S-ES-P

Bound 1938

HARVARD UNIVERSITY



LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

5318
Exchange

JUN 29 1921

5318

VĚSTNÍK KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NAUK.

TŘÍDA MATHEMATICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ.

1916

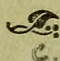
SITZUNGSBERICHTE

DER KGL. BÖHMISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.

LIBRARY MUS. COMP. ZOOLOGY, CAMBRIDGE, MASS.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.



C.

LIBRARY
MUS. COMP. ZOOLOGY,
CAMBRIDGE, MASS.

VĚSTNÍK KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NAUK

TŘÍDA
MATHEMATICKO-PŘÍRODOVĚDECKÁ.

ROČNÍK 1916.



V PRAZE 1917.
NÁKLADEM KRÁLOVSKÉ ČESKÉ SPOLEČNOSTI NAUK.
V KOMISI U FRANTIŠKA ŘIVNÁČE.

SITZUNGSBERICHTE

DER KÖNIGL. BÖHMISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE.

JAHRGANG 1916.



PRAG 1917.
VERLAG DER KÖNIGL. BÖHM. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN.
IN KOMMISSION BEI FR. ŘIVNÁČ.

Ačkoliv obě rostliny, na nichž studia tato byla konána, jsou jedněmi z nejobyčejnějších, všeobecně pěstovaných luštěnin, které jsou i oblíbeným předmětem pokusů v laboratořích fysiologických i anatomických, přece o morfologii těchto dvou druhů nepodařilo se mi v rozsáhlé literatuře morfologické, jež mi laskavostí pp. univ. professorů Dr. J. Velenovského i Dr. K. Domina byla přístupna, nalézti podrobnějších nějakých údajů. Vyjma drobných některých poznámek, převážnou většinou pouze teratologických, nebo jinak morfologicky i bezvýznamných, které nacházíme v starších ročnících časopisů »Botanische Zeitung« a »Flora«, všechny práce, týkající se těchto rostlin, obíraly se jen jejich fysiologií anebo variací, oekologií a pod. Morfologicky cenné studie o fasolích jsou jedině jen v »Srovnávací morfologii« prof. Velenovského a v jejím supplementu.

Klíčením se oba druhy dobře rozlišují. Kdežto u *Ph. multiflorus* zůstávají dělohy při klíčení ukryty pod zemí a jen někdy nanejvýš těsně nad substrat vyniknou, jsou dělohy u *Ph. vulgaris* vyzdviženy na dlouhém hypokotylu vysoko nad půdu, do níž semeno bylo zaseto. Poměry tyto jsou podrobně popsány v Lubbockově studii o klíčení (1892, I. p. 446.), poprvé pak na rozdíly v klíčení obou těchto, blízce si příbuzných druhů, upozornil Bouché (Botan. Zeit. 1852 p. 735.). U *Ph. multiflorus* dělohy záhy odpadávají, u *Ph. vulgaris* vytrvávají dlouho na rostlince. Leč po odpadnutých dělohách zůstávají na lodyžce hluboké, dlouho a velice dobře znatelné jizvy, jež umožňují sledovati i studovati orientaci vedlejších os i na starých rostlinkách; u *Ph. multiflorus* jsou později jizvy po dělohách dosti vysoko nad zem vyzdviženy. V normálních poměrech, jež také v Lubbockově práci i ve všech jiných knihách, v nichž s klíčícími se fasolemi setkáváme, nacházíme dobře popsány, jsou obě dělohy dokonale stejné, masité, bledě zelené a vstříčné. Leč nacházíme od těchto tvarů nejrozmanitější odchylky.

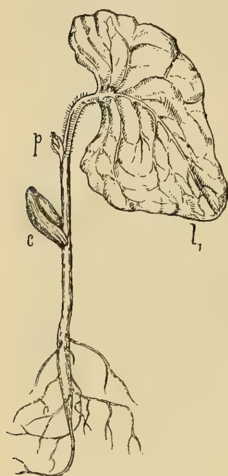
Nejčastěji nacházíme dělohy, jež nejsou dokonale vstříčné, jichž mediany nesvírají přímý úhel, neleží v přímce, nýbrž jsou více méně odchýlené; v nejmnožších případech našli jsme dělohy s medianami svírajícími úhel přibližně 150^0, v několika případech jsme i našli dělohy přisedající na hy-

pokotyl v divergenci menší než úhel pravý, takže čepelí svou se navzájem dotýkaly. Úchylky tyto jsou velice snadno vysvětlitelné: v semeni nachází se vždy radiculus uprostřed obou děloh, jež vyplňují zcela semeno kryjíce dokonale vzrostný vrchol a malými oušky překlánějí se i přes svrchní část radikulu, která představuje nám mladý hypokotyl. Nestejnoměrným ale vzrůstem hypokotylu jsou dělohy z původní svojí polohy více méně vyšinuty, takže později svírají jich mediány úhel menší než přímý. Zdánlivě nepatrná tato odchylka jest však důležitým článkem k vyložení jiných odchylek, jež ještě se v rozložení děloh vyskytají.

Dosti často nacházíme místo dvou tři dělohy. Úkaz tento není zrovna vzácným při klíčení dvouděložných rostlin vůbec, kde namnoze dají se přebytečné dělohy vysvětliti jako rozdělené původní dvě dělohy; zpravidla bývají všechny tři dělohy úplně stejné, tvarem i velikostí shodné. Také u *Ph. vulgaris* pozorovali jsme vždy všechny tři dělohy úplně shodné; nejčastěji však lišily se dělohy svojí inserci. Kdežto u jiných rostlin jsou všechny tři dělohy v jedné rovině v přeslenu, jako ku př. u *Eranthis hiemalis*, *Anthirrhinum*, a j. můžeme pozorovati, nacházíme u *Phaseolus vulgaris* obyčejně dělohy sestaveny ve spirále v nestejné výši na ose; spirála tato jest ale dosti neurčitá, takže nějaká přesná divergence se stanoviti nedá. Moquin-Tandon (1842 p. 246.), který prvý popisuje trikotylní klíční rostlinky u fasole, domnívá se, že třetí děloha vznikla sekundérně rozdělením jedné dělohy ve dvě; Martens (1860 p. 16.) pak tvrdí, že dělení toto děje se až teprve na rostlince klíčící. Leč nehledě ani k tomu, že všechny tři dělohy jsou dokonale stejné, nelze předpokládati u děloh fasolových žádného dodatečného rozštěpení už prostě z té příčiny, že dělohy u této rostliny, jako u Leguminos vůbec, kde představují zásobárny výživných látek pro mladou rostlinku, se na vzrůstající rostlince valně nemění. Skutečně nacházíme nezřídka i v semeni tři dělohy, jež obklopují malý radikul uprostřed se nalézající; jest tedy tvrzení Martensovo neodůvodněné a patrně jen nedostatečným ohledáním zaviněné. Také okolnost, že všechny tři dělohy jen ve velmi vzácných případech stojí v přeslenu, svědčí proti názoru Martensovu, neboť kdyby nastalo rozdělení dě-

lohy až na mladé rostlince, tu sotva by byla inserce mateřské i dceřinné dělohy odchylnou.

Velmi obyčejným úkazem jsou dělohy nestejné; obyčejně nebývá ale rozdíl ve velikosti obou děloh nápadný, nýbrž obě dvě bývají skoro přibližně stejné, a jen při podrobnějším ohledávání nacházíme rozdíly. Stává se však, že jedna děloha jest nápadně větší než druhá; obyčejně jest prvá velikosti normální, kdežto druhá sotva polovinu normální dělohy dosahuje. Tento poměr ve velikosti obou děloh není žádnou vzácností; našli jsme však při ohledávání většího množství klíčících rostlinek i takové případy, kdy jedna děloha byla o tři čtvrtiny nebo i více menší druhé. Případy tyto tvořily přechod k takovým, kde jedna děloha byla normální velikosti, kdežto druhá proti ní jen šupinkovitá; zpravidla ale v tomto případě děloha větší byla širší než obvykle bývá. Ve třech pak případech našli jsme i jen jedinou dělohu vyvinutou, po druhé nebylo ani stopy; měli jsme tudíž docela pravidelnou rostlinku klíčící jedinou dělohou, která od normálních mimo této vlastnosti se lišila pouze tím, že měla hypokotyl poněkud silnější a delší. Jediná děloha zaujímala skoro vždy pseudoterminální postavení a teprve vzrůstající novou osou byla stranou zatlačena. Okolnosti námi pozorované jsou jinak úplně shodné s pozorováním jiných autorů, jež u celé řady rostlin, klíčících normálně jedinou dělohou (ačkoliv jsou dle všech ostatních známek »dvouděložné«, a proto také pseudomonokotyledony byly nazvány) pozorovány; případ náš potvrzuje náhled Velenovského, jenž se domnívá zcela správně, »že klíčení jedinou dělohou u dvouděložných i jinde jest dosti častým«. Jest však ale u r. *Phaseolus* tím zajímavějším, že pseudomonokotyledonie u Leguminos náleží k nesmírným vzácnostem.



Obr. 1. Mladá rostlinka Phaseolus vulgaris s jedinou dělohou *c* i jediným listem primárním l_1, jenž zaujímá postavení pseudoterminální a vlastní pupen *p* zatlačuje stranou.

Škoda, že nemohli jsme tento případ ohledávati již v semeni, neboť v malém množství semen, jež byla nám k disposici, jsme žádného nenalezli: bylo by jistě zajímavé, jakou polohu v semeni děloha k hypokotylu zaujímá, zvláště tam, kde děloha jest stejné velikosti, neb jen nepatrně větší než normální. Pak buď taková monokotylní semena jsou menší než normální, nebo mají silnější a větší hypokotyl, který nahrazuje v bezbílečném jinak semeni úbytek druhé dělohy na jeho velikosti. Všechny tyto příklady, ať již embrya s větším počtem děloh, s jedinou dělohou, nebo s dělohami nestejně velikými, jsou však výborným dokladem pro správnost theorie anafytosní: Celé embryo jest jediným anafytem, a jen uložení vegetačního vrcholu rozhoduje o počtu, velikosti i vzájemné poloze děloh. Proto vykazují mladé klíční rostlinky tolik odchylných variací pokud se týče děloh, které navzájem jsou útvary úplně homologické, představujíce jen jednotlivé části prvého anafytu celé rostlinky, poblíže nichž uložen jest vzrostný vrchol vegetační, jenž dá pak vznik dalším článkům listovým. Žádná z ostatních theorií, jež o stavbě těla rostlinného byly podány, nevykládá tak jednoduše a jasně tyto poměry na embryu jevnosnubných, jako právě anafytosní theorie Schultz-Velenovského.

První listy, jež se po dělohách na rostlince klíčící objeví, jsou, jak zpravidlem u většiny rostlin bývá, jednoduché, tvaru široce srdčitě trojúhelníkového, tudíž normálním listům dalším naprosto nepodobny. Tvar svůj konstantně dodržují, a jen v jediném případě nalezli jsme čepel jednoho listu na vrcholku mírně rozdělenou, což ale spíše náhodě, než jinému vlivu, dlužno připočísti. Listy hned po prvních následující jsou již dokonale trojené; podobných postupných přechodů z prvního listu jednoduchého do dělených listů normálních, jaké v jiných případech ku př. u akátu, *Glycine* (viz Velenovský II. p. 247) možno pozorovati, jsme nenalezli. Pokud přicházely variace ve tvaru listů normálních, byly to vždy případy u listů pozdějších, a jen pouze nahodile, nezákonně a nestejně u různých individuí se jevící. Normálně jsou první, jednoduché listy v počtu dvou přítomny, a to zpravidla vstříčně postaveny, stojíce, jakž

pravidla fylotaktická žádají, dekussovaně s dělohami. Nenašli-li jsme žádných odchylek pokud se týče tvaru těchto listů, tož odchylky v jich postavení i počtu byly dosti četné a rozmanité. Velice často, i když oba listy byly dokonale navzájem vstříčnými, nebyly skřižmo postaveny přesně k dělohám; odchylka tato jest lehce vysvětlitelná již tím, že listy tyto jsou ke světlu daleko citlivější než dělohy samy (jak již ostatně z jich funkce vyplývá), a že lodyha sama bývá již nestejnoměrně zkroucená. Tutéž příčinu dlužno hledati v případech, kdy divergence obou prvních listů jest menší než 180^0, což není úkazem právě vzácným. Dosti hojným zjevem jest i nestejnoměrné postavení obou listů; listy nestojí v takovém případě v jediné horizontální rovině, nýbrž jeden jest výše inserován než druhý. Zpravidla nebývá vyšinutí listu takového značné, a zajímavo, že skoro vždy od svrchnějšího listu běží stopa po ose až k inserci listu druhého, takže tím jest odchylka od normálního postavení jasně naznačena. Zdali případ vyšinutí jednoho z listů prvních jest kombinován i s divergenční úchylkou, takže by pak původně vstříčné listy přecházely do postavení spirálného, nebylo nám možno na daném materiálu s bezpečností zjistiti, neboť u těchto listů jsou divergenční variace denní velmi hojné, a dají se od trvalých odchylek těžko bez účelně řízeného pokusu rozeznati; velkých a nápadných úchylek od 180 stupňů jsme nikdy nepozorovali. Zajímavějším stává se tento detail variační tam, kde objeví se větší počet prvních listů. Vedle normálních dvou prvních listů nacházeli jsme často i rostlinky se třemi listy, jež zpravidla stály v přeslenu; všechny tři listy byly úplně stejné, rozdílů ve velikosti, anebo ve tvaru jsme nikdy nepozorovali. Nezřídka byl jeden ze tří listů nepatrně vyšinut, takže přeslen byl nepravidelný; pošinutí toto ale v několika případech bylo dosti značné, takže jsme byli na rozpacích, zdali třetí jednoduchý list máme také ještě k prvním listům čítati, či zdali jest to jen tvarová variace listů normálních. Ale ve všech těchto případech stopa sbíhající buď po obou stranách nebo jen na kathodické straně inserce tohoto listu, která vedla ke vstříčným listům, jasně nás poučila, že i tento list k prvnímu náleží. Poměrně v málo případech — jen čtyř — nalezli jsme první listy střídavé,

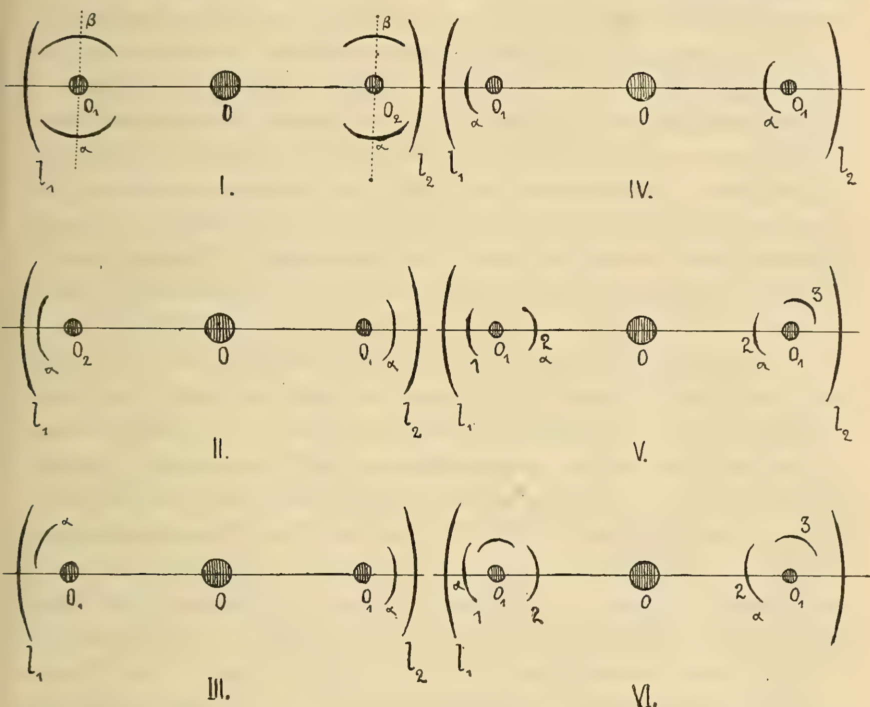
sestavené v spirále; následující druhý list normální, trojený, byl v orthostichu prvého listu jednoduchého — bylo tudíž sestavení listů přesně dle $^1/_3$. Ve dvou případech vyskytly se nám v našich kulturách i rostlinky, jež měly čtyři první listy; listy tyto byly všechny stejné a v přeslenu sestavené. U jedné rostlinky vyrůstaly v úžlabí všech listů vedlejší osy; tyto později zmohutněly na úkor osy hlavní, která byla mnohem slabší a kratší. U druhé byly větve jen v úžlabí dvou, protistojných listů vyvinuty, a měly zajímavou orientaci prvých svojích lístků, o čemž však ještě podrobněji pojednáme; v úžlabí třetího listu prvního byly založeny tři seriální pupeny, leč ani jeden se nevyvinul ve větvičku, všechny záhy zašly. Opakem ku většímu počtu prvních lístků jsou případy, kdy vyvine se jen jeden první list, který pak po jistou dobu, dokud nezmohutní a nesesílí vzrostný vrchol osní, zaujímá jakési postavení pseudoterminální. Avšak rostlinky s jediným listem jednoduchým jsou daleko vzácnějším odchýlením od pravidla než rostlinky s větším počtem listů prvních. Přechody od párových listů k jedinému tím, že jeden z obou zakrňuje a mizí, jak mohli jsme pozorovati při obdobném případu na dělohách, jsme nikdy nenašli; zdá se, že tato odchylka vyskytuje se náhle a že není podmíněna nějakými vážnějšími příčinami.

Nápadnou jeví se nám shoda ve variačních odchylkách prvních listů a kotyledonů. Okolnost tato byla tím závažnější, že přespočetné listy první objevovaly se zpravidla jen u rostlinek, jež měly více děloh; také i rozmanité odchylky fylotaktické přicházely skoro vždy současně u děloh i u prvních listů. Rovněž i poměry na vedlejších osách v úžlabí prvních listů vyrostlých jevily nápadnou shodu s postavením listů na větévkách, jež často dodatečně vyraší v úžlabí již odpadlé lodyhy. Odchylky od této souvislosti byly poměrně řídké, a ne vždy dobře dokázatelné a sledovatelné. Zdá se, jakoby první listy na klíčící rostlince napodobovaly v postavení a fylotaktickém významu dělohy. Nebylo by jistě nezajímavým problém tento dále sledovati, jmenovitě na velkém počtu klíčících rostlinek u nejrozmanitějších druhů rostlin semenných. V našich případech byla aspoň shoda v obou druzích fylomů velmi ná-

padná; leč přes to přece nechceme vztah tento označiti jako zákonitý, poněvadž chybí nám ještě celá řada specielních pozorování tohoto druhu, jmenovitě u rostlin jiných.

V úžlabí prvních listů vznikají vždy větévky, jež vykazují, pokud se jich fylotaktických variačních odchylek týče, opět celou řadu zajímavých zvláštností. Jest všeobecně známo, že první dva listy staví se u všech dikotyl na úžlabní větve příčně k medianě, do transversály; dle tohoto všeobecně platného pravidla očekávali bychom i u fasolových větví úžlabních vždy transversální postavení prvních dvou phyllomů. Leč v největším počtu případů nalezli jsme, že první list nestojí v transversále, nýbrž v mediáně přímo nad podpůrným listem celé větévky, čili, že první list úžlabní osy jest podpůrnému listu superponován. Druhý list není pak prvému protistojný, nýbrž jest odchýlen, nejčastěji o divergenci $1/3$, a načíná pravidelnou spirálu listů ostatních; jen ve velmi zřídkých případech našli jsme druhý list protistojný prvému, adossovaný tudíž hlavní ose, anebo dva listy následující, druhý a třetí protistojné, ostatní pak střídavé. Superponované první listy na větévkách v úžlabí prvních listů nejsou u fasolí žádnou zvláštností; na našich exemplářích mohli jsme naopak stanoviti, že hojnější jest výskyt listů prvních superponovaných než transversálních. Při tom však možno sledovati na velkém počtu materialu všechny možné variace; nejvýznačnější případy dovolili jsme si na přiloženém obrázku v projekci znázorniti. Případ, kdy první listy α na obou větévkách současně z úžlabí obou prvních listů vyrůstajících, jsou superponovány, jsou poměrně řídké, ačkoliv nejsou nijakou vzácností; případ tento zdá se býti extremem, fixovanou již vlastností. Zajímavo, že zpravidla u rostliny, kdy obě první úžlabní větve (jak označujmež si ty, jež v úžlabí prvních listů jednoduchých vyrůstají) mají první listy superponované, stala se tato orientace jakýmsi zákonem, neboť pak i u větví pozdějších rovněž superponované listy převládají, což jinak nebývá; v případech, kdy jen jediná větev má superponovaný první list, bývají listy u pozdějších větévek v transversále, a jen vzácně se superposice opakuje. Častější jsou případy, kdy jen jedna větev má první list superponovaný,

kdežto druhá nikoliv; ta má listy první buď v transversále, anebo — což zdá se nám častějším — první list z transversály i z mediany značně vychýlený a začínající spirální postavení dle $^1/_3$. Vzácnou výjimkou jest orientace, kdy u jedné první větve jest list superponován, u druhé ale adossován,



Obr. 2. Orientace první listů na větévkách v úžlabí listů primárních l_1, l_2 a jich variace: I. Orientace normální transversální. II. První listy α jsou superponovány. III. Jeden list superponován, druhý začíná spirálu $^1/_3$. IV. Jeden list superponován, druhý zdánlivě adossován. V. List 2, zdánlivě adossovaný, jest protistojný prvému listu superponovanému. VI. List třetí začíná vlastní spirálu, první (superponovaný) abortoval.

jak na př. diagram IV. ukazuje; tu měli bychom převzácnou výjimku od pravidla, neboť adossované postavení phyllomů přichází jen u jednoděložných. Odchylky od tohoto pravidla, jako ku př. u r. *Aristolochia*, *Asarum*, *Polysperma*, v čeledi *Betulaceae* a *Cupuliferae* jsou dostatečně vysvětleny a objasněny okolnostmi, jež postavení toto u jmenovaných rodů

sprovázejí (viz Velenovský, Morf. II. p. 567); v našem případě podává nám ihned rozluštění orientace prvních listů, jež několikráte jsme pozorovali, a kterou dovolili jsme si v projekcích V. a VI. zobraziti. Stává se totiž často, že druhý list jest transversálně orientován dle $1/2$ proti prvému, nezřídka jest mu i vstříčný, a teprve třetí načíná spirálu ostatních listů střídavých; skoro nikdy nepřichází tento pořad na téže větvi, nýbrž druhá mívá normální postavení. Najdeme-li pak ale takový případ — jenž ostatně několikrát se na našich rostlinkách objevil —, že druhá větévka má první list adossovaný a druhý o určitou divergenci odchýlený, lehce jest si představiti, že tento první adossovaný list jest ve skutečnosti druhým, jenž byl protistojným superponovanému prvnímu, který ale abortoval. Tak dají se vyložiti všechny případy adossovaných prvních listů u našich fasolí, takže tato odchylka jest pouze zdánlivou.

Zajímavým faktem při těchto všech variací jest právě superposice prvního listu nad list podpůrný, jež třebas že není u fasolí pravidlem, tož přece jest úkazem velmi hojným, skoro praevalentním nad normální orientací transversální. Jest všeobecně známo, že ačkoliv superposice jest u jednoděložních rostlin zjevem dosti hojným (*Smilax, Calla, Tofieldia, Raphidophora, Stenotaphrum, Colchicum* a j.), u dvouděložných jest úkazem velmi vzácným. Až dosud známe, mimo Eichlerem (Blüthendiagr. II. p. 179) pozorovaný *Nelumbo nucifera* jen ještě dva případy prof. Velenovským publikované: *Salix purpurea* a *Berberis vulgaris;* jest tudíž pozorování naše doplňkem k této zajímavé, žel však ještě nedostatečně prostudované kapitole fylotaxie. Bližších příčin, jež zaviňují podivné postavení prvních listů u fasole jsme se nedopátrali, a byly by tudíž jakékoliv dohady nemístné, nejsouce žádným konkretním pozorováním podepřeny. Okolnost, že superposice není u této rostliny pravidlem upomíná na podobný případ, jejž pozoroval Velenovský na jednoročních výhoncích obyčejné hrušky; tam nachází se někdy pod pupeny uzavírajících mladou osu 4 listy, jež vždy dva a dva jsou superponovány. Z toho můžeme souditi, že zajisté i u jiných dikotyl není superposice žádným neobvyklým případem.

Nebývá ale vždy superposice u našich fasolí tak jasnou, jak bychom se dle líčení stručného domnívali. Velice často komplikována bývá rozmanitým úchylem prvních listů, jež zkrucují své řapíky v menší nebo větší míře, takže čepel jejich pak zaujímá zdánlivě jiné postavení vzhledem k prvnímu listu na dceřinné jich větévce. Také větévka bývá rozmanitě zkroucena; leč to jest již případem dosti řídkým. Superponovaný list zpravidla vždy v pozdějším stáří stáčí se sám a vykrucuje čepelí, hlavně proto, aby nebyl stíněn velkými listy jednoduchými a dostatek dostával paprsků slunečních, pročež se doporučuje studovati poměry fylotaktické jen v nejmladších pokud možno stadiích, když ještě první listy mají čepel složenou; ale i později při listech starých rýhování na řapíku listovém, jež sbíhá i po větévce, bezpečně nám pomůže pravou původní polohu listu najíti. Tam, kde bylo více prvních listů přítomno, a kde někdy, jak jsme již svrchu vyložili, i více větévek přichází, našli jsme vždy aspoň jednu větévku s listem superponovaným; nikdy ale nebyla superposice současně u všech větévek zachována. I tato okolnost mluví k náhledu svrchu pronesenému.

U *Phaseolus multiflorus* jest superposice prvních listů na úžlabních větévkách rovněž zjevem obyčejným. U druhu tohoto objevují se později, když hypokotyl povyrostl a dělohy (které ovšem již dávno odpadly) ze země vytáhl, nad jizvami po těchto, tudíž v úžlabí děloh, rovněž větévky, docela přesně v mediáně stojící; u *Ph. vulgaris* není poloha větévek — aspoň u našich exemplářů — které rovněž se později nad jizvami děloh objevují, tak přesně vyznačena, a rovněž i výskyt větévek tak hojný. První lístky na těchto větévkách zachovávají ku podivu vždy tutéž orientaci jako na větévkách z úžlabí prvních listů; byly-li lístky na »prvních« větévkách transversální, jsou i na větévkách »děložních«, byl-li ale první list superponován, není ani na »děložní« větévce jiného postavení. Úkaz tento opět připomíná nám myšlénku o blízkém vztahu mezi listy prvními a dělohami; zde ovšem tato »reminiscence na dělohy« jest zpětné platnosti.

V úžlabí prvních listů ale nebývá vždy jen jediný pupen, který dá vznik úžlabní větévce, na níž nacházíme zají-

mavou superposici listovou, nýbrž zhusta sedí mimo jeden ještě několik pupenů v úžlabí listu; zjev tento jest velmi hojným a obyčejným. Zpravidla jsou pupeny sestaveny v mediáně, a to tak, že největší a nejstarší jest nejdále od mateřské osy, kdežto nejmladší a nejmenší pupen jest těsně k této přichýlen; počet pupenů takto sestavených jest nevelký, zpravidla našli jsme dva, tři, největší počet, jejž jsme stihli, byl jen pět (pouze v jediném případě). Ale i tam, kde pouze dva pupeny za sebou jsou přítomny, nacházejí se nejmladší vždy těsně u osy; opak v sestavení pupenů neměli jsme nikdy příležitost stanoviti. Máme tedy v našem případě co činiti se seriálními pupeny vzestupnými, jak Velenovský (Morf. II. p. 575, 580) tento typ seriálních pupenů nazval; ačkoliv seriální pupeny jsou zjevem v rostlinstvu všeobecně rozšířeným, přece pupeny vzestupné jsou daleko vzácnější než obyčejné pupeny sestupné. Zdá se ale, že zvláště v čeledi *Papilionaceí* jsou seriální pupeny, jmenovitě vzestupné, velmi hojným úkazem; tak zejména u tropických zástupců této čeledi, jak nám laskavě ze své zkušenosti p. univ. prof. Domin zjevil, často seriální pupeny přicházejí. Nejpěkněji a v hojném zejména počtu přicházejí seriální pupeny u *Psoralea villosissima* Dom., jíž Domin v severozápadní Australii objevil, a u níž v úžlabí listu vzestupně sestaven bývá značný počet seriálních pupenů, na mateřskou osu vystouplých. Zajímavo jest, že u fasole jest vždy aspoň jeden z pupenů seriálních pošinut na řapík listů; ve jmenovaném případě, kde nalezli jsme pět seriálních pupenů, byly dva vyšinuty na mateřskou osu, dva v úžlabí, kdežto jeden, nejstarší a největší, značně vzdálen od osy, na řapíku listu se nacházel. Také tento úkaz, vyšinutí pupenů na basi listu, není právě obyčejným zjevem v rostlinstvu; pokud jest nám z literatury známo, jsou podobné případy zaznamenány jen u některých *Crucifer* (*Sisymbrium polyceratium*, *Raphanus*), *Chenopodiaceí* (*Atriplex*) a *Gesneriaceí* (*Chirita*, *Streptocarpus*). Nikdy nevyvinou se všechny pupeny ve větve; ani tam, kde pouze dva seriální pupeny přicházejí, nejsou nikdy dvě větévky později přítomny. Pouze nejstarší pupen rozvine se ve větev, ostatní pupeny zakrňují, zasychají, a po nějaké době beze stopy mizí; jen byla-li větévka nějakým způsobem

zničena, nebo odstraněna, vyvíjí se nová z nejbližšího pupenu seriálního. Seriální pupeny omezeny jsou pouze na úžlabí prvních listů; v úžlabí děloh jsme jich nikdy nepozorovali, a ani v úžlabí ostatních listů nikdy jsme je nenašli. Okolnost tato, zdá se, že souvisí se šířkou a celkovou povahou řapíka i tvaru listu; není pochyby, že jednoduchý tvar velkého listu prvního, i silný a široký řapík skytají vzestupným pupenům seriálním mnohem výhodnější podmínky vývojové než listy ostatní.

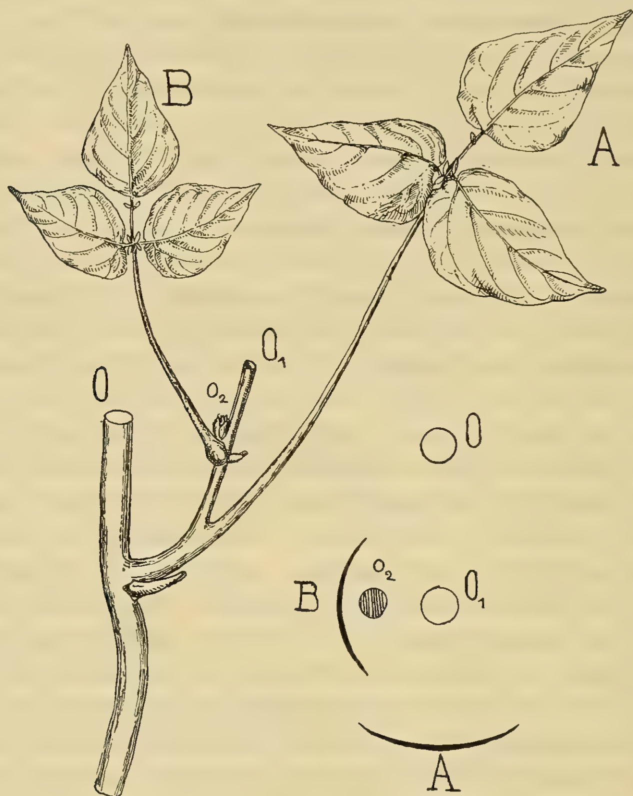
Vedle pupenů seriálních můžeme pozorovati velmi zhusta po stranách hlavní osy, těsně vedle osy úžlabní, drobné pupeny, které objevují se jako malé hrbolky teprve až když úžlabní větévka normální byla značně sesílila a vzrostla; tyto akcessorické pupeny jsou v nejmnožších případech vždy jen dva, po každé straně pouze jeden, přítomny a vždycky vyvíjejí se ve větévky. Tím liší se již značně od seriálních pupenů, jež skoro nikdy dále se nevyvíjejí; jsou hojnější u *Phaseolus vulgaris*, než u *Ph. multiflorus*, zaviňujíce zhusta metlatý vzhled celé rostliny. Neomezují se však pouze na listy první, jako seriální, nýbrž skoro vždy objevují se i po straně, velice často i nad jizvou odpadlých děloh, a zhusta najdeme je i vedle úžlabí pozdějších listů rozsety nepravidelně po celé rostlině; sprovází však vždy buď hlavní, anebo silnější osy vedlejší. Již uložení jich vedle sebe nad jizvou odpadlé dělohy mluví jasně, že jsou vždy v transversále podpůrného listu uloženy, a že jen následkem nedostatku místa jsou u listů ostatních odsunuty z úzkého úžlabí stranou vedle řapíka. Jsou to tudíž pupeny kollaterální, neboť mají příčné postavení kolmo k mediáně, jak všeobecně u kollaterálních pupenů přichází. Výskyt těchto pupenů kollaterálních jest velmi zajímavý, neboť až dosud známy jsou tyto pupeny výhradně jen u monokotyl; tam však přicházejí kollaterální pupeny vždy ve velkém počtu, nezřídka jsouce srovnány i v pravidelné řady. Náš případ, který činí tedy pokud se týče svého výskytu výjimku od všeobecně platného zákona, jest již malým svým počtem pupenů nápadný a od normálních kollaterálních pupenů, jež pravidlem jsou pro jednoděložné, úplně odchylný. Ačkoliv musíme tyto pupeny u fasole jako kollaterální označiti, přece máme dojem, že

nejsou identické ani co se týče významu a hodnoty, ani účelu s pravými pupeny kollaterálními. Snažili jsme se najíti nějakých abnormit, jež by podivnou orientaci těchto pseudokollaterálních pupenů objasnily; leč všechno naše pátrání bylo marným. Dle našeho náhledu jsou to pravděpodobně původně pupeny seriální, jež do této polohy byly vyšinuty. Příčiny k naší domněnce jsou hlavně následující: 1. Seriální pupeny jsou po většině pouze jen v počtu dvou přítomny. 2. Velice často nespadají oba seriální pupeny přesně v mediánu, nýbrž bývají rozmanitě z této buď v pravo, nebo v levo vyšinuty. 3. Nápadný jest výskyt těchto pupenů v úžlabí odpadlých děloh; ze seriálních pupenů jest jeden vždy více méně vyšinut na řapík mateřského listu, zde však, když již tohoto není, musí nastati jiné uložení pupenů. Vlastnost tato přenáší se pak na listy ostatní, jakž jsme již několikráte mohli pozorovati. 4. Okolnost, že oba pupeny se vyvíjejí ve větve, což u seriálních normálně nebývá, nepadá tu na váhu, neboť již akcessorické jich objevování dostatečně námitku tuto vyvrací; také seriální pupeny se někdy ostatně ve větvičky vyvíjejí. Hlavním důkazem, že pupeny tyto jsou pseudokollaterální, by byly ovšem případy, na nichž bychom pozorovali skutečné přechody; toho však nalézti se nám, jak již jsme řekli, nepodařilo. Každým způsobem však jest jisto, že adventivní pupeny tyto nejsou identické co se týče do své hodnoty s kollaterálními pupeny monokotyledonů, a že tato výjimka od pravidla morfologického jest jen zdánlivou.

Vidíme, že poměry tyto jsou dosti komplikovány rozmanitým pošinováním pupenů z původního místa na jiné, z úžlabí na osu mateřskou, po případě i dceřinnou, nebo i na basi listu. Jest všeobecně známo, že při výkladu poměrů orientačních, jež právě dislokací dvou orgánů byly zaviněny, rozchází se zpravidla vždy mínění ontogenetiků a morfologů; spory, jež tímto způsobem byly vyvolány, daly vznik celé literatuře, ba i otázka tato všeobecně byla již nejednou projednávána (Čelakovský, Velenovský, Schumann, Goebel, Kolkwitz a j.). Ačkoliv otázka tato před nedávnem definitivně Velenovským (Suppl. IV. p. 117.) byla rozluštěna, přece dovolujeme si uvésti několik našich pozorování, jež jsou opět-

ným důkazem k správnému názoru morfologů. Musíme totiž při dislokaci dvou orgánů rozeznávati přesně dva způsoby, jednak s r ů s t á n í a jednak v y š i n o v á n í. Při prvém pochodu objeví se orgán na jiném místě proto, poněvadž část druhého, na němž tento (nejčastěji jedná se o pupen) se nachází, sroste s jiným; tu zpravidla ale vždy zůstávají stopy, ať již zevně, nebo jen ve vnitřní struktuře patrné, které ihned lehce poukáží na původní uložení záhadného orgánu. Vyšinutí orgánu pak děje se tak, že tento jest od sousedního, jenž v těsné blízkosti jeho se nalézá, z původní polohy v pravém slova smyslu vynesen, a tak vysunut; samo sebou se rozumí, že v tomto případě marně hledáme stop, jež by nám podivnou praesentní polohu vysunutého orgánu objasnily. Jedná-li se o realní, postgenitální vysunutí, nebo popřípadě srůst, pak ovšem vývoj z mládí souhlasí s morfologickým předpokladem; ale tam, kde se jedná o pochod kongenitální (dle Čelakovského ideální), kdy tento stal se v dobách fylogenetického vývoje, takže oba orgány spojeny jsou již tak intimně, že poloha obou jest již dokonale fixována, odporují ontogenetická fakta zdánlivě konklusím morfologickým. V tomto bodě jeví se tudíž rozhodný rozpor mezi ontogenetiky a morfology, podmíněný jedině extremním oceňováním ontogenetických fat na úkor srovnání morfologického, a který vrcholí na straně ontogenetiků v popírání jakéhokoliv vyšinování a kongenitálního srůstu orgánů v rostlinstvu vůbec; zásady ontogenetiků ochotně jsou přijímány od organologů, jakž ani jinak při methodách těchto botaniků, posuzujících jen organy »sui generis«, nelze předpokládati. Jestliže ale můžeme skutečně dokázati vysunutí i srůsty postgenitální, a naopak v případech kongenitálních těchto pochodů, četné abnormity atavistické dokazují, že tyto pochody kdysi byly reální, není příčiny, proč zavrhovati a popírati tyto jevy vůbec; nelze tedy v každém případě fakta ontogenetická, právě tak jako anatomická, pokládati za směrodatná při morfologickém oceňování a vykládání orgánů rostlinných. Že někdy mohou býti poměry vzájemným srůstem anebo vysunováním orgánů značně komplikovány, svědčí (mimo případy svrchu u pupenů uvedené) i následující případy, jež pozorovali jsme na našich fasolích:

Poměrně často pozorovali jsme, že podpůrný list svým řapíkem více méně přirůstá k dceřinné ose úžlabní; zpravidla jsou dobře na společné části patrny rýhy, jež oddělují část osní od řapíkové. Avšak na několika případech, které mohli jsme zaznamenati, stanovili jsme všechny možné přechody



Obr. 3. Srůst větévky O_1 s podpůrným listem *A*.

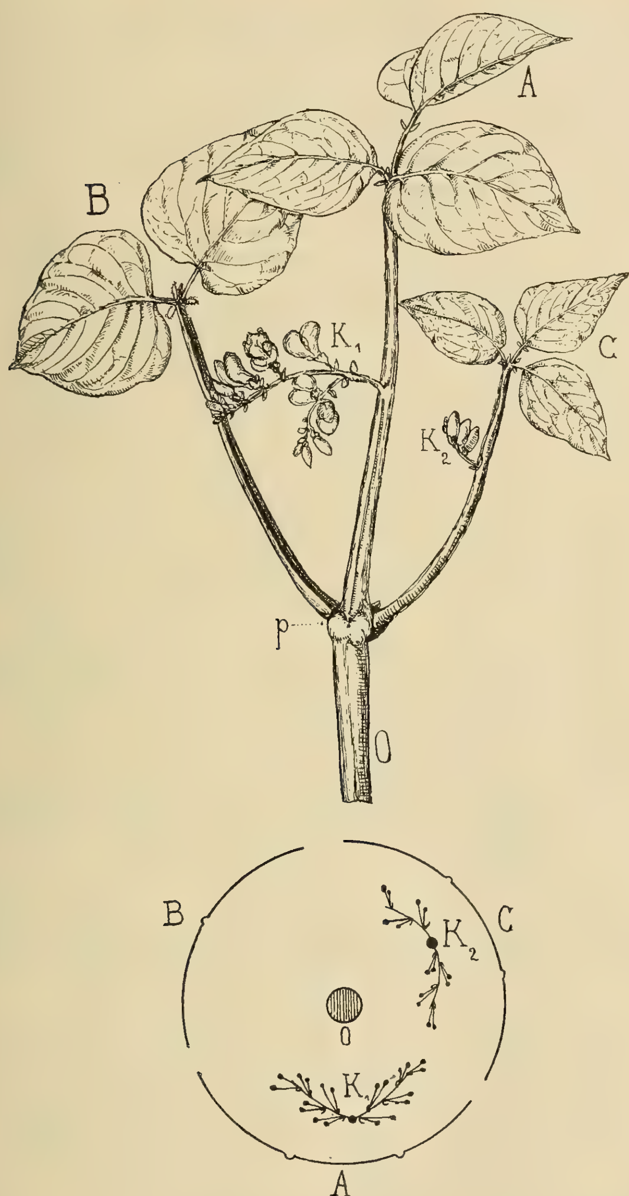
od hluboce rýhované a rozlišené části společné až k úplně hladkému útvaru. Tento extremní tvar dovolili jsme si vedle zobraziti. Hlavní osa O nese větévku O_1, k níž připíná se v krátké poměrně vzdálenosti od osy O list A, za nímž následuje list B, v jehož úžlabí opět vzniká nová větévka O_2. Podpůrný list k ose O_1 zdánlivě vůbec chybí, a těžko bychom se orientovali po podivném tomto rozvětvení osy O, kdyby-

chom neměli již dříve uvedené přechodné způsoby srůstání podpůrného listu s větévkou. Nápadné jsou však rozdíly ve velikosti listů A a B, neboť první jest mnohem větší než druhý, a také zaujímá naprosto odchylné postavení, jež nelze nijak do spirály ostatních listů zařaditi. Část společná na větévce O_1 jest dokonale kulatá, homogenní, bez jakýchkoliv stop anebo rýh na zevnějšku, takže zdá se býti identickou s celou ostatní částí osy O_1; na příčném průřezu ale jeví se dva oddělené komplexy svazků cévních, jež docela dobře naznačují již svým průběhem, že toliko svrchní partie části této jest vlastní ose O_1, kdežto dolení k listu A, resp. k jeho řapíku náleží. V případě našem máme tedy již dokonalý srůst větévky s podpůrným listem, takže kdyby nebylo charakteristických stop ve vnitřní struktuře společné části, museli bychom přijímati, že list podpůrný A byl vysunut na svoji osu úžlabní O_1; neboť není pochyby, že zdánlivě první list A jest vlastně podpůrným, jakž již z vylíčených poměrů samo sebou vyplývá. Musíme tudíž dobrý pozor dáti, když máme o způsobu dislokace rozhodovati, abychom nebyli stávajícími poměry v omyl uvedeni; avšak není nikdy těžkým při bedlivějším posouzení a rozvážení rozhodnouti, jedná-li se o srůst, nebo vysunutí, kteréžto oba pochody kongenitálně docházejí k témuž výsledkům. Poměry zde vylíčené upomínají dosti věrně na obdobné případy Čelakovským (1884, tab. obr. 10.) u rulíka pozorované; také tam často srůstá podpůrný list s větví úžlabní, jejíž první list zase opět v úžlabí osu třetího řádu nese. Analogické případy rozmanitých kombinací větvení os s vysunováním anebo přirůstáním s podpůrných listů můžeme pozorovati na celé řadě rostlin; připomínáme toliko Velenovským (III. p. 693., 694.) poprve správně vyložená květenství u *Borago officinalis, Chrysosplenium alternifolium, Loasa papaverifolia,* a jmenovitě pěkný příklad u *Datura Stramonium,* kde podpůrný list vesměs vysoko s dceřinnou svojí větví srůstá.

Ve třech případech pozoroval jsem srůst osy úžlabní s osou mateřskou ve značné délce; osa přikládala se těsně k hlavní ose a dokonale s ní srůstala. Nápadné bylo, že dceřinná osa měla jen několik listů v přerušené spirále sestavených, takže bylo zřetelné, že listy padnuvší na stranu,

kterou právě větévka s hlavní osou srůstá, byly ve vývoji svém dokonale potlačeny; srůst byl po délce 4, 7 a 8 *cm* a vždy dokonale jako takový patrný, neboť obě osy byly samostatné a hlubokou rýhou oddělené. Podobný srůst dvou os jest nám znám však i u jiných rostlin; jmenovitě v květenstvích, kde květy mají dlouhé stopky, nebo, kde stvol rostliny se několikráte rozvětvuje, srůstají často dvě osy dohromady. Tak pozorovali jsme docela obdobný případ letošního léta u *Dahlia variabilis*, kdy úžlabní osa srůstala s hlavní po celé délce, až ke květům, jimiž obě byly ukončeny; při tom osa vedlejší byla mírně na konci zkroucena, takže květ její, mladší, byl obrácen k zemi a na opáčnou stranu než odkvétající již květ osy hlavní. Docela obdobné případy pozoroval i prof. Dr. A. Brožek u *Mimulus quinquevulnerus*, a prof. Dr. J. Velenovský na *Lilium candidum*, *Collomia gilioides* a četných jiných případech. Lze docela dobře pochopiti, že tam, kde se kombinuje pošinování se srůstem, jsou poměry velmi nejasné, a na první pohled těžko rozluštitelné. Také na našich fasolích pozorovali jsme několikráte podobné případy, z nichž však dovolujeme si uvésti jen pouze dva následující, které zdají se nám býti nejzajímavějšími.

Jeden z těchto případů představuje obrázek č. 4. Hlavní osa okončuje ve výši asi 30 *cm* nad zemí přeslenem tří listů, z nichž jeden zaujímá postavení terminální, kdežto druhé dva listy staví se stranou; z těchto jeden jest pouze dvojčetný (B), druhý (C) sice trojčetný ale nese po straně řapíka malý pupen květní K_2. Také list A nese po straně rozkvetlý hrozen květní K_1; zdá se, jakoby hlavní osa buď okončovala pouze třemi listy, anebo jakoby hrozen K_1 byl terminální hlavní ose, k níž po straně přisedá list A, jenž následkem mocnějšího vzrůstu zatlačil hrozen květní stranou a sám zaujal postavení pseudoterminální. Přijmeme-li tento výklad, pak ovšem těžko rozhodnouti, který hrozen květní representuje hlavní osu, neboť stejně dobře i hrozen K_2, jenž nachází se při listu C může okončovati osu hlavní, jako hrozen K_1; všechny tři listy nacházejí se totiž současně v zdánlivém přeslenu. Výkladu tomuto odporuje pak mimo to ještě ta zkušenost, že hlavní osa není skoro nikdy okončena u *Phaseolus vulgaris* hroznem, nýbrž zůstává na vrcholu sterilní;



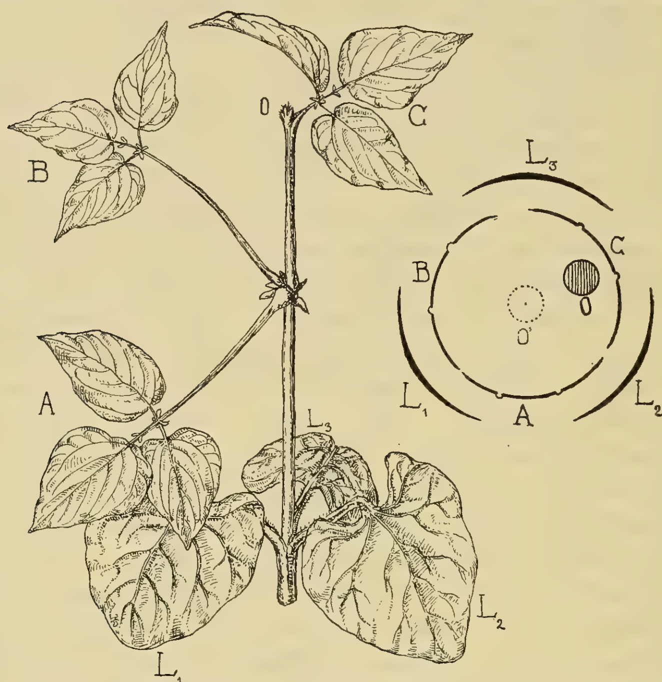
Obr. 4. Srůst os květních K_1, K_2 se řapíky svých podpůrných listů *A*, *C*. *p* Abortovaná osa hlavní *O*.

vedle toho nestejná velikost i tvar všech tří listů mluví na prosto proti sestavení jich v přeslenu. Často nacházeli jsme případy obdobné, kdy tři poslední listy byly ku konci hlavní osy sblíženy, nikoliv však v přeslenu, a v úžlabí všech tří vznikaly hrozny květní; někdy skutečně byl konec hlavní osy zatlačen od zmohutnělé větévky květní stranou, takže se skutečně zdálo, jako by tato byla přímým pokračováním osy hlavní. Při podrobnějším ohledání najdeme na řapíku listu A i C stopy, jež vedou od inserce květního hroznu až na basi řapíka; není tedy žádné pochyby, že dolejší části řapíků obou těchto listů od místa vetknutí květního hroznu až k basi jsou srostlé s částí osní, kterou okončuje hrozen, a z vlastního řapíku. Případy takovýchto srůstů i vysunutí jsou jak již svrchu jsme dokázali u fasolí nesmírně obyčejné. Uváživše všechny tyto okolnosti, a srovnavše celou řadu obdobných případů přechodních, dospíváme posléze k následujícímu výkladu zajímavé této orientace: Hrozen květní K_1 není okončením hlavní osy O, právě tak jako jím není hrozen K_2. Oba dva jsou okončením vedlejších os, které vznikají v úžlabí listů A i C, a srůstají v značné délce s jejich řapíky, takže listy A i C jsou zdánlivě posunuty proti hroznům K_1 a K_2. Hlavní osa úplně abortovala, končíc v místě *p*, následkem čehož všechny tři listy byly posunuty v zdánlivý přeslen, a nejsilnější z nich, list A zaujal i s vedlejší osou květní, s jejíž valnou částí srůstá pseudoterminální postavení. Že výklad náš je správným, svědčí mimo svrchu uvedené důvody i takové případy, kdy v místě *p* nalézá se malý kolec, nebo hrboulek; jest to právě zakrnělá hlavní osa O. Jasný přehled po celé situaci udává projekce sestavení listů, jíž připojili jsme k vyobrazení celkovému.

Podobně, jako jsme viděli u prvních listů a u děloh, není naprosto žádnou vzácností pseudoterminální postavení listů u fasolí vůbec. Velice hojně jest úkaz terminálních listů kombinován s orientací hroznů květních, jak jsme již na předešlém případě viděli. Na vedlejších osách, jež velice často u *Phaseolus vulgaris* staví se přímo, a okončují květním hroznem, bývá tento stranou zatlačen a nejbližší list zaujímá sám postavení vrcholové. Totéž můžeme pozorovati velmi často i na sterilních větévkách okončených zdán-

livě jediným listem, který vždy jest pseudoterminální; vzrostný vrchol jest posunut stranou, ale jakmile pokračuje ve své činnosti, odstrčí opět list z vrcholného jeho postavení. Pseudoterminální listy (jakž poprvé VELENOVSKÝM (Morf. II. 486) tato kategorie listů byla označena) nejsou vůbec žádnou zvláštností v rostlinstvu, a úkaz, že citují se v příručkách botanických jako známé jen z mála případů, lze si vysvětliti pouze nedostatkem pozorování morfologických. U našich fasolí, jmenovitě *Phaseolus vulgaris* jsou úkazem velmi obyčejným. Za to ale případy, kdy by hrozen květní skutečně zaujímal terminální postavení, jsou velice řídké; skoro vždy jest, jakž jsme již napsali, stranou ohnut. Květenství fasolu jest, jak známo, vlastně lata, hrozen složený z hroznů postranních, z nichž však postranní hrozny byly redukovány na dva květy, které staženy jsou úplně dohromady; výklad zajímavého květenství u fasole podal poprvé VELENOVSKÝ ve své Morfologii (III. p. 669.). U *Phaseolus multiflorus* nese osa hroznu v normálním případě po straně vždy dva a dva kvítky v úžlabí listenů; kvítky jsou nestejného stáří, a uprostřed mezi sebou mají malinký hrbolek, jenž představuje třetí zakrnělý kvítek. Velice často nacházíme po stranách květů drobné šupinky, jež právě vedly VELENOVSKÉHO k správnému výkladu podivné stavby tohoto květního hroznu. Také některá naše pozorování dokázala přímo správnost VELENOVSKÉHO výkladu. U *Phaseolus vulgaris* jsou v úžlabí listenů velmi často tři květy, takže květenství zde upomíná na podobné u rodu *Erythrina*, kde vždy střední květ jest vyvinut. Nezřídka ale nacházeli jsme i drobný čtvrtý kvítek zakrnělý, ano několikráte našli jsme i pět kvítků: případy tyto upomínaly živě na podobné hrozny u *Tephrosia*; v případech pak, kdy hrozen zabíral postavení terminální místo samostatných kvítků, objevily se nejstarší postranní skupiny jako krátké hrozny, basemi svými krátce srostlé. Tyto hrozny přímo dokazovaly správnost VELENOVSKÉHO výkladu. Zajímavo, že nikdy neshlédli jsme podobné případy u hroznů laterálních; i domníváme se, že stažení postranních hroznů a redukce jich os, která zavinila změnu laty v jednoduchý hrozen, podmíněno jest právě postavením celého květenství, a jest prostým důsledkem přizpůsobení se nové poloze.

Zajímavý případ znázorněn jest na vedlejším obrázku: Rostlinka měla tři první jednoduché listy, jež sestaveny byly v dokonalém přeslenu. Po těchto následovaly další tři listy opět v přeslenu sestavené, ale odlišného poněkud chování; dva tyto listy stojí dokonale dekussovány s listy přeslenu dolejšího, avšak třetí list staví se kolmo úplně ve směr osy



Obr. 5. Pupen hlavní osy *O* vysunut na řapík listu *C*, stojícího s listy *A*, *B* v přeslenu na ose *O* . L_1, L_2, L_3 listy primární.

hlavní a vysoko na svém řapíku, poblíž čepele nese pupen. Jak máme si toto postavení vyložiti? Jest hoření přeslen listový také skutečným přeslenem, odpovídajícím jedinému rozdělenému anafytu, či jest to přeslen pouze zdánlivý, a třetí list tvoří nový článek? Jsme ochotni přikloniti se spíše k prvnímu výkladu, neboť od pupenu táhnou se po celém řapíku po obou stranách stopy až k společné inserci druhých dvou listů, jež naznačují, že také třetí list má společnou inserci, čili že patří k přeslenu a osa že srostla se řapíkem tohoto

listu tak, že pupen ji okončující ocitl se vysoko nad původním místem. Následkem odchylné stavby svého řapíku zaujal tento list též docela jiné postavení. Že list třetí skutečně náleží přeslenu, plyne také z té okolnosti, že jest téže velikosti jako druhé dva ostatní; kdyby list tento tvořil již nový článek anafytový, byl by zajisté menší, jsa také mladší, a pak by se mohl směle vykládati jako list pseudoterminální téže kategorie, jakž svrchu jsme vylíčili. Máme tedy v našem případě zajímavý příklad, že hlavní osa může srůsti, popřípadě i pupen její se vysunouti i na jeden list z přeslenu, jenž na ose se nalézá. Současně ale považujeme tento případ i za doklad pro Velenovského theorii anafytosní, jež na rozdíl Čelakovského tvrdí, že přeslen listů není více článků, nýbrž jen jediný článek anafytový ve více listů rozdělený; Čelakovský (1902) totiž na základě názorů Gaudichaudových (1841) domníval se, že přesleny sestávají z tolika souběžně srostlých anafytů, kolik listů obsahují. Stejným dokladem pro nesprávnost názoru tohoto jest i okolnost, že velmi často objevují se na hlavní ose fasolí vstříčné anebo i přeslenité listy, za nimiž náhle pokračují opět listy střídavé v pravidelné spirále; úkaz tento jest nesmírně obyčejným, jmenovitě v mladších částech osy. Význam tohoto úkazu byl již Velenovským (Morfol. II. p. 467.) dostatečně oceněn, takže by bylo zbytečno šířeji se rozepisovati.

Všechny popisované případy, jež jeví se jako odchylkv od normálního typu nejsou žádnými abnormitami, nýbrž výskyt jejich dlužno připočísti variační schopnosti rostliny; objevují se náhle za úplně normálních poměrů, ve skrovném často počtu, aby opět zase zmizely. Bývají proto postřehnuty jen při ohledávání velikého množství individuí a proto zřídka kdy je nacházíme publikovány v pojednáních morfologických. A přece pro srovnávací morfologii mají velikou cenu i důležitost, při nejmenším právě takovou jako morfologické abnormity vůbec; kdežto tyto, jsouce převážně zjevy atavistickými, vysvětlují zhusta nepochopitelné poměry a znamenitě dokazují názor zkušeného morfologa, k němuž tento bedlivým srovnáním došel, po případě i korrigují názor systematikův, variační odchylky naopak naznačují jakousi cestu k budoucímu vývoji té neb oné rostliny, a stejně přispívají k rozší-

ření znalostí o variačních jejích schopnostech, jichž poznání má pro moderní systematiku cenu nesmírnou. Není pochyby, že vývoj systematiky rostlinné jest úzce vázán na rozvoj srovnávací morfologie, neboť jedině správným oceněním fakt morfologických přicházíme k důležitým závěrům systematickým a fylogenetickým; a tak i variační odchylky morfologické mají nejen pro srovnávací morfologii, nýbrž i pro systematiku význam nemalý.

Résumé.

Ayant l'occasion d'examiner une masse d'individus des espèces *Phaseolus vulgaris* et *Ph. multiflorus* dans tous les degrés de leur développement, l'auteur a étudié les variations morphologiques des ces espèces et a obtenu les résultats suivants:

1. Les cotylédons ne sont pas toujours précisément opposés, mais ils ont très souvent une divergence plus petite que 180°. On trouve très souvent sur la plante germante trois cotylédons égaux, dont les premiers éléments existent déjà dans l'embryon de la graine; ils sont verticillés ou quelquefois irrégulièrement spiralés. Deux cotylédons opposés sont quelquefois inégaux; quelquefois l'un n'atteint pas tout à fait les dimensions de l'autre, il est plus ou moins écailleux. Ces cas font transition à la pseudomonocotylédonie, que l'auteur n'a trouvé que dans trois cas; le cotylédon unique est alors pseudoterminal. Toutes ces modifications prouvent, que les cotylédons ne font qu'une partie d'un seul anaphyte, comme il est dit dans la théorie de Schultz-Velenovský.

2. Les feuilles primaires, qui diffèrent considérablement des feuilles qui les suivent par leur grandeur et par leur forme, imitent par leur nombre et par leur disposition phyllotactique les cotylédons; il serait très intéressant de constater si le même rapport existe et est légitime pour les autres plantes dicotylédonées. La configuration des feuilles primaires n'a jamais de variations fluctuantes. Elles sont ordinairement deux et décussées aux cotylédons; mais la divergence varie souvent de 180° ce qui

est la conséquence de leur sensibilité héliotropique. Une de ces deux feuilles est souvent un peu déplacée, mais presque toujours le déplacement laisse une trace visible. Assez souvent la plante de haricot porte plusieurs feuilles primaires; s'il y en a trois, elles sont verticillées, quelquefois l'une d'elles est irréguliérement déplacée, très rarement elles sont toutes rangées en cycle $^1/_3$ des feuilles normales suivantes. En deux cas nous avons trouvé aussi quatre feuilles primaires; dans un de ces cas à toutes les aisselles des feuilles naissaient des rameaux, la seconde fois les bourgeons ne se trouvaient qu' aux aisselles des deux feuilles opposées. Très rares sont les cas d'une seule feuille primaire; quand il y a plusieurs cotylédons, il y a aussi plusieurs feuilles primaires.

3. *La première feuille* de la branche qui naît à l'aisselle de la feuille primaire, est très souvent *superposée* sur la feuille primaire; quoique la superposition ne soit pas une règle généralement valable, cependant *cette orientation des premières feuilles sur les rameaux filiaux a été plus fréquente sur les plantes étudiées que l'orientation normale transversale.* Parmi les autres déviations phyllotactiques d'orientation des premières feuilles sur les branches, — elles sont résumées dans la projection horizontale de la figure, 3. — celle des *feuilles adossées* est la plus curieuse. Cette exception qui contredit les principales règles morphologiques n'est qu'apparente et causée par l'avortement de la première feuille à laquelle la feuille adossée était opposée; les orientations souvent observées sub V. et sub VI. sur la même figure le démontrent. La feuille superposée se replie plus tard ou la branche elle-même se tord de sorte qu'on recommande d'étudier les états plus jeunes. Il est à remarquer que sur les rameaux dérivés aux aisselles de cotylédons chez *Phaseolus multiflorus*, la première feuille a la même orientation que sur les rameaux aux aisselles des feuilles primaires indivis. La superposition sur les rameaux postérieurs est beaucoup plus rare que sur les rameaux premiers.

4. A l'aisselle de la feuille primaire on trouve souvent *plusieurs bourgeons sériaux ascendants* dont le

nombre minimal est de deux, maximal de cinq; une partie en est déplacée sur la tige, l'autre sur le pétiole. Il paraît que les bourgeons sériaux ascendants ne sont pas une manifestation rare chez les Papilionacées, parce qu'on les trouve souvent chez les légumineuses tropiques; nous avons par exemple observé sur un *Psoralea villosissima* DOMIN un grand nombre de bourgeons sériaux ascendants à l'aisselle. L'auteur n'a jamais constaté de bourgeons sériaux aux aisselles de feuilles triparties.

5. Très fréquents sont les bourgeons accessoires qui naissent toujours deux à l'aisselle ou aux côtés de la feuille-mère et deviennent toujours (par opposition aux bourgeons sériaux) rameaux. Ces bourgeons pseudocollatéraux ne sont en aucune manière identiqnes aux bourgeons collatéraux des monocotylédones; ce sont vraisemblablement des bourgeons sériaux déplacés.

6. Les dispositions d' orientation sont compliquées par la dislocation des organes qui est de deux sortes: le déplacement et l'accrescement; ces procès peuvent être congénitaux (selon ČELAKOVSKÝ »idéals«) ou postgénitaux (»réels«). Ni les ontogénétiques ni les organographes ne reconnaissent ces causes de dislocation des organes; mais des cas fort nombreux qui ont été observés aussi chez nos haricots, sont la meilleure preuve que ces procès existent.

7. Le cas le plus intéressant est celui où le déplacement et l'accrescement se combinent. Les figures 3., 4., 5. montrent ces curieux exemples; l'ordre des organes est indiqué par des numéros.

8. Les cas où les feuilles pseudoterminales se trouvent sur des branches stériles et sur la tige centrale, ne sont pas rares. Les grappes terminales sont plus rares et dans ces cas les axes secondaires sont toujours ramifiées et l'axe centrale est développée; ces cas prouvent clairement la vérité de l'explication que VELENOVSKÝ donne sur l'inflorescence du genre *Phaseolus* comme grappe composée dont les axes secondaires ont eté abrégées.

9. Les feuilles sur l'axe centrale sont d' abord disposées en spire de $^1/_3$, qui soudain passe en spire de $^2/_5$. Intéressante aussi l'apparition subite de feuilles opposées on de verticilles de trois en spire de $^2/_5$; ces cas prouvent encore la vérité de la théorie anaphyteuse de SCHULTZ-VELENOVSKÝ qui explique la verticille comme article unique, anaphyte.

Literatura:

Bouché, Zur Unterscheidung des Phaseolus vulgaris L. und Ph. multiflorus Lam. Bot. Zeit. 1852 p. 735—736.

Braun, Bemerkungen über Doppelblätter. Sitzungsber. der Ges. der Naturf. Freunde zu Berlin 1871. Sep. p. 5.

Campbell, On the affinities of certain anomalous dicotyledons. Ann. Nat. 1902. XXXII. p. 7—12.

Čelakovský, Ueber ideale oder congenitale Vorgänge der Phytomorphologie. Sep. Abdr. aus Flora 1884 nº 23., 24.

— O variacích vzrůstu a rozvětvení rulíka (Aropa Belladona). Zvl. ot. ze »Zpráv o zas. král. čes. spol. nauk« 1884.

— Ueber die Emporhebung von Achselsprossen. Sonder-Abdr. aus den Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1900.

— Die Berindung des Stengels durch die Blattbasen. Flora 1902, Bd. 90. H. III. Sep. otisk.

— Zur Lehre von den congenitalen Verwachsungen. Sitzungsber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch. in Prag 1903.

De Candolle, Organographie végétale. Paris 1827 I. p. 497.

Delpino, Teoria generale della Fillotasi. Atti d. r. Univ. di Genova. 1883. V. IV. P. 2.

Domin, Morfologická a fylogenetická studia o čeledi Umbellifer. Rozpravy české akad. II. Tř. 1908, ročn. XVII. č. 20., 1909 ročn. XVIII. č. 3.

Duchartre, Mémoires sur les embryons qui ont été décrits comme polycotylés. Annales d. scienc. nat. 1848. Sér. III. T. X. p. 207.

Eichler, Blüthendiagramme. Leipzig 1878, II. p. 179, 514.

Fermond, Essai de phytomorphie. Paris 1884, I. p. 148, 241, 309.

Gaudichaud, Recherches générales sur l' organographie, la physiologie et l' organogénie des végétaux. Mémoires de l' ac. royale d. scienc. de l' inst. de France 1835.

Hegelmaier, Vergleichende Untersuchungen über Entwickelung dikotyledoner Keime. Stuttgart 1878.

Hildebrand, F. Delpino's weitere Beobachtungen über die Dichogamie im Pflanzenreich. Bot. Zeit. 1870 p. 585—594, 601—609, 617 bis 625, 633—641, 649—650, 665—674.

Hofmeister, Allgemeine Morphologie der Gewächse. Leipzig 1868.

Irmisch, Ueber die Blüthenstände einiger Leguminosen. Bot. Zeit. 1851 p. 673, 689, 692—695.

— Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen II., VI Halle 1855, 1879.

Jost, Die Theorie der Verschiebung seitlicher Organe durch ihren gegenseitigen Druck. Botan. Zeit. 1899, Bd. 57 p. 193, 1902 ibid. Bd. 60 p. 21.

Junger, Abweichungen in der Zahl und Anordnung dicotyler Gewächse. Gesellsch. d. Naturf. Freunde zu Berlin 1869.

Kolkwitz, Ueber die Verschiebung der Axillartriebe bei Symphytum officinale. Ber. d. deut. bot. Ges. 1895.

Lewis, Studies on some anomalous dicotyledonous plants. Bot. Gazette 1904, XXXVII. p. 127—138.

Lubbock, A Contribution to on knowledge of Seedlings. London 1892 2 vol.; I. p. 446—447.

Lyon, The philogeny of the cotyledon. Postelsia 1901 p. 55—86.

Martens, Die Gartenbohnen. Stuttgart 1860.

Masters, Vegetable Teratology. London. 1869, p. 21.

Moquin-Tandon, Élements de tératologie végétale. Paris 1841, p. 218.

— Pflanzen-Teratologie. Berlin 1842, p. 236, 307.

Pax, Allgemeine Morphologie der Pflanzen. Stuttgart 1890.

Penzig, Pflanzen-Teratologie. Gènua 1890, I. p. 401—403.

Rohrbach, Beiträge zur Morphologie der Leguminosen. Bot. Zeit. 1870, p. 817—829.

Saint-Hilaire, La morphologie végétale. Paris 1840.

Schlechtendal, Doppelfrucht von Phaseolus vulgaris. Bot. Zeit. 1885, p. 823.

Schoute J. C., Beiträge zur Blattstellungslehre. I. Die Theorie. Extr. du Recueil des Travaux bot. Néarlend. 1913. V. X. L. 3—4.

Schumann, Morphologische Studien. Leipzig 1899, II. H. p. 238. VI. Die Verschiebungen der Organe an wachsenden Sprossen.

Schwendener S., Mechanische Theorie der Blattstellungen. Leipzig 1878.

Velenovský, O seriálních pupenech. Zvl. otisk ze zpráv o zased. král. čes. Spol. nauk. Praha 1884.

— Über die Achselsprosse einiger Smilax-Arten. Sep. aus Flora 1885, Nr. 1.

— Srovnávací morfologie. I.—III. Praha 1905—1910. IV. Supplement, Prag 1913.

Wigand, Beiträge zur Pflanzenteratologie. Braunschweig 1854.

Winkler, Über hypocotyle Sprosse bei Linaria, und über Verwachsung von Keimblättern. Verhandl. der Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1880, Bd. XXII.

Winkler, Die Keimblätter der deutschen Dicotylen. Sep. Verhandl. d. bot. Vereins f. Brandenburg 1884.

— Beiträge zur Morphologie der Keimblätter. Sep. z Schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1882.

Wydler, Morphologische Mittheilungen. Bot. Zeit. 1844, p. 609—611, 625—634, 641—643, 657—660, 673—676, 688—694, 704—708.

— Kleinere Beiträge zur Kenntniss einheimischer Gewächse. Flora 1860, p. 17, 51, 83, 114, 149, 180, 229, 235, 353, 371, 384, 419, 435, 457, 471, 490, 513, 532, 547, 593, 609, 624, 641, 657, 673, 753; 94—96.

II.

Bemerkungen zu geomorphologischen Methoden.

Von **R. Sokol** in Pilsen.

Mit 6 Abbild. im Text.

Vorgelegt in der Sitzung am 28. Jänner 1916.

Hat sich ein Fluß ohne jede Beziehung zu seiner felsigen Grundlage oder zu seiner Umgebung d. h. ohne jede Rücksicht auf die Struktur des Felsbodens und Textur des Reliefs eingesägt (fließt er durch ein sehr widerstandfähiges Gestein anstatt in ein weiches in der Nähe anstehendes Gestein oder in eine von Athmosphaerilien sehr zerstörte Kontaktzone auszuweichen, nimmt er endlich seinen Weg durch einen Gebirgsvorsprung anstatt denselben zu umfließen), dann greift man behufs der Erklärung im ersten Falle zur Epigenesis, im zweiten zur Antezedenz. Bei der Epigenesis nimmt man an, daß der Fluss den ursprünglich darüberliegenden, jetzt völlig abgetragenen Schichten angepasst war und durch dieselben in die anders geartete Grundlage sich einsägte, weil er bei einer raschen Tiefenerosion seine Talfurche nicht verlassen konnte. Bei der Antezedenz erklärt man die Misstimmung zwischen dem Fluß und der Textur durch eine langsame Hebung von geringem Betrag. Dabei muß der Fluß eine grosse Wassermenge, einen schnellen Lauf und im oberen Talstücke ein beträchtliches Relief besitzen. Dann biegt der Fluß nicht ab, sondern durchschneidet den sich bildenden Gebirgsvorsprung. Früher hat man allgemein auch im ersten Falle tektonische Vorgänge vorausgesetzt. Da aber sich sehr oft keine Spur von solchen im Felde

feststellen ließ, wurde von dieser Erklärungsweise Abstand genommen, doch nicht durchgehends. MAYR[1]) z. B. nimmt für die obere Moldau und die gegen N gerichteten Läufe der Flüsse im Böhmerwalde, dann PUFFER[2]) für die breiten, reifen Täler, die neben engen, jungen Tälern daselbst existieren, tektonische Spalten an, welche aber geologisch keineswegs festgestellt werden konnten.

Die Misstimmung, die unter zahlreichen, die Morphologie des Böhmerwaldes betreffenden Arbeiten obwaltet, ich nenne nur diejenigen von beiden eben genannten Autoren, dann von K. SCHNEIDER[3]), STAFF[4]) und POČTA[5]) treibt zur eingehenderen Beschäftigung mit dem Kerne der oben angedeuteten Erklärungsformen.

Für die obere Moldau, die gegen N fließenden Ströme des Böhmerwaldes und die breiten, reifen (neben den engen, jungen existierenden) Täler desselben Gebirges sind meiner Ansicht nach tektonische Spalten nicht notwendig.[6])

Das Vorhandensein von reifen Tälern in einem und demselben Gebirge läßt sich durch eine bedeutende vertikale und zugleich horizontale Veränderung der Erosionsbasis erklären. Es fängt dann ein neuer Zyklus mit engen V-förmigen Tälern an. Die breiten, aus dem reifen Stadium des vorangehenden Zyklus hervorgegangenen Täler werden in den neuen Zyklus als »frühreif« übernommen. Da sich aber die Erosionsbasis auch seitlich verschob, werden diese frühreifen Täler nicht merklich vertieft. Die Richtung der Entwässerung muß sich der neuen Erosionsbasis anpassen und

---

[1]) M. MAYR: Morphologie des Böhmerwaldes. 1910.

[2]) L. PUFFER: Der Böhmerwald und sein Verhältnis zur innerböhmischen Rumpffläche. Geogr. Jahresbericht aus Oesterreich. VII. 1910.

[3]) K. SCHNEIDER: Zur Orographie u. Morphologie Böhmens. 1908.

[4]) STAFF: Zur Entwickelung des Flusssystems und des Landschaftbildes im Böhmerwald. C. f. M. G. P. 1910. S. 564.

[5]) F. POČTA: Stručný přehled geologie Čech. 1911. S. 9 ff.

[6]) Die Verwerfungen, welche J. N. WOLDŘICH und J. WOLDŘICH (Údolí Volyňky na Šumavě, Archiv XII, 4, 1903) in Volyňka-Tale einwandfrei festgestellt haben, sind quer zum Flußlaufe gerichtet. In keiner Beziehung zu Flußläufen sind die Verwerfungen, die ich in der Umgebung von Taus gefunden habe.

infolgedessen bleiben in den frühreifen Tälern im allgemeinen nur winzige enthauptete Bäche. Die Erscheinung läßt sich als ein vergrössertes Bild von einer Flußablenkung erfassen. Unter- und oberhalb des Ablenkungsknies eines Flusses entwickelt sich ein tieferliegendes Profil, indem das Tal sich vertieft und der ablenkende wasserreiche und daher »überfähige«[1]) Fluß seine früheren winzigen Windungen vergrößert. Der Unterlauf des abgelenkten Flusses wird aber von einem verärmten, weil »enthaupteten und daher unterfähigen« Strome durchflossen, der anfangs den von Nebenflüssen gespendeten Schutt nicht gänzlich forttragen kann. Er wird erst später nach einer durch Schuttaufschüttung erzielten Bodenerhöhung und Gefällevergrösserung diese Arbeit völlig leisten können. Es wird sehr lange dauern, ehe er zur Tiefenerosion fähig sein wird. Darin steckt aber der Grund für das Aufrechterhalten des früheren Profils. Die Entwickelung der ablenkenden Flüsse wird von Davis[2]) in der Weise geschildert, daß »ein subsekventer Nebenfluß, der sich rückschreitend längs eines Streifens weicheren Gesteins entwickelt, den Lauf eines höherliegenden, kleineren konsekventen Flusses unterschneidet«. Es is klar, daß, wenn ein solcher Streifen zwischen zwei Flüssen besteht, derselbe von beiden Flüssen endlich bis zum gewöhnlichen Grundwasserspiegel entblößt werden wird. Dann entwickeln sich im weichen Gestein beiderseits subsekvente Zuflüsse. Eine zwischen den Zuflüssen liegende Wasserscheide wird bei sonst gleichen Umständen wohl von dem Zuflusse früher zerschnitten werden, dessen Gefälle grösser ist. Darin ist aber schon die Bedingung enthalten, daß der ablenkende Fluss einen tieferen Talboden besitzen muė oder anders gesagt, daß eine zwischen zwei Zuflüssen liegende Wasserscheide bei sonst gleicher Struktur des Gebietes von dem Flusse früher zerschnitten werden wird, dessen Bett niedriger ist. Es kommt also auf die ungleich tiefe Erosionsbasis an, die sich als Ursache des Vorhandenseins von Tälern mit ver-

---

[1]) Über den Ausdruck siehe Davis-Rühl: Die erklärende Beschreibung der Landformen. 1912. S. 51.

[2]) l. c. S. 50.

schiedenem Profil schon in einem Stadium desselben Zyklus dartut. Eine solche Ungleichheit in der Erosionsbasis beiderseits einer Wasserscheide kann verschiedene Gründe haben Es entscheidet dabei alles, was die Erosionstätigkeit beeinflußt: Wassermenge, Wassergefälle, Schuttbelastung. Was aber von einer Wasserscheide gilt, muß auch für das ganze Gebirge in Verwendung kommen, falls sich die allgemeine Entwässerungsbasis seitlich verschiebt. Ein Gebirge ist doch nur eine sehr komplizierte Wasserscheide.

Man ist versucht zu glauben, daß im Tertiär die Entwässerung Südböhmens zuerst gegen Süden erfolgte, später aber durch eine Hebung (im Sinne Rothpletz)[1]) eine etwa umgekehrte Richtung angenommen hat und daß sich zugleich die Erosionsbasis merklich vertiefte. Nur bei Hohenfurth konnte diese Veränderung neue Wasserscheiden in alten von N gehen S gerichteten Tälern hervorbringen, an anderen Orten des von SO gegen NW ziehenden Böhmerwaldes durfte die Verlegung der Erosionsbasis unter sehr verschiedenen Winkeln wirken und zu bunten neuen Profilen Anlaß geben, die zu den sonst scharfen Beobachtungen Puffers Grundlage bildeten.

In allen Gegenden des Böhmerwaldes, die ich untersuchte, habe ich hauptsächlich in Amphibolgesteinen nur selten in Graniten und Gneisen feine oder auch größere Spalten gefunden, die früher wohl klaffend, jetzt mit sekundärem, regelmäßig auslöschendem Quarz erfüllt sind. In dem umgebenden Muttergesteine sind aber rupturell undulöse Quarze vorhanden. Es ist wahrscheinlich, dass diese Kluftbildung ein Zeichen der allmählichen tektonischen Aufwölbung[2]) des Südböhmens ist, und der Umstand, daß ihre Quarze keine dynamische Wirkung abbilden, läßt sich wohl damit erklären, daß die Aufwölbung einen Schluß der Gebirgsbildung

---

[1]) A. Rothpletz: Über die Möglichkeit den Gegensatz zwischen der Contractions- und Expansionstheorie aufzuheben. Sitz.-Ber. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. zu München, mat.-phys. Cl. 1902.

[2]) Von J. V. Daneš (Morfologický vývoj středních Čech, Sborník Čes. spol. zeměvěd. 1913, XIX, 105) wird die Regression des Kreidemeeres mit der allmähligen Aufhebung des Südböhmens in genetische Verbindung gebracht.

in Südböhmen und zwar in einer relativ jungen Zeit (Obertertiär) darstellt, wogegen die gemarterten Quarze des Nebengesteins vorangehende Faltungswirkungen abbilden.

* * *

Was die gegen N strömenden Flüsse des Böhmerwaldes anbelangt, von welchen Mayr[1]) sagt, deren Richtung sei durch die varistische Gebirgsbildung vorausbestimmt, so meine ich, daß sich dieselbe sehr gut aus der gewöhnlichen Entwickelung eines Flußnetzes ableiten läßt. Der Böhmerwald samt der innerböhmischen Rumpffläche stellen eine fast ideale einerseits (vom SW) gehobene Urfläche dar. Die ersten konsekventen Flüsse strömten im allgemeinen wohl gegen NO. Bald entstanden konsekvente ev. subsekvente Zuflüsse, die infolge ihrer Ablenkungstätigkeit das einfache Bild verschleierten. Wie dürften sich dieselben entwickelt haben? Im Pilsner Becken und im W von da finden sich weiche palaeozoische Schichten vor. Von dorten mußte der Anfang des Ablenkens gemacht werden. Als mit dem Oberlaufe des nächsten abgelenkten Flusses die Wassermenge angereichert wurde, erodierte der ablenkende Fluß desto intensiver. Die Tieferlegung des Flußbettes schritt auch in den Oberlauf des abgelenkten Flusses rasch fort und von diesem Oberlaufe konnte bald ein Antrieb zur Ablenkung eines dritten konsekventen Flusses hervorgehen u. s. f. Dadurch aber entstand ein aus konsekventen und subsekventen Talstrecken zusammengesetzter Strom, der keineswegs mit dem Gebirge parallel fließt, sondern sich von demselben stets entfernt und mit ihm einen etwa 45° großen Winkel einschließt. Das ist eben ein Bild, welches die Úhlava unter Klattau, die untere Volyňka, teilweise die Moldau und besser noch kleine Bäche (Čerchovka, Řubřina, Zahořanský) darbieten.

Es wirkt aber noch eine andere Ursache, die im Relief steckt. Es ist nämlich bekannt, dass das Gefälle eines Flusses von der Größe, Grobheit und Menge des Schotters abhängt[1]), so daß ein kleiner Fluß, der viel groben Schutt geliefert bekommt, einen rascheren Lauf auch beim ausgeglichenen

---

[1]) l. c.

Gefälle beibehalten muß. Ein großer Fluß aber, der nur wenig und feinen Schutt befördert, kann langsam fließen. Sobald aber die Schottermenge oder dessen Größe und Grobheit sich vergrößert, bleibt sein Lauf auch nach der Wieder-



Fig. 1. Ein nicht reifes Bachbett mit der plötzlich vergrößerten Schuttbelastung (punktiert).



Fig. 2. Der Schuttbodensatz ist schon teilweise zerschnitten.



Fig. 3. Der ausgeglichene Lauf als Endstadium (obere Kurve) und ein Endstadium während normaler Verhältnisse (untere Kurve).

erlangung eines ausgeglichenen Gefälles ziemlich rasch. Der Fluß braucht nämlich seine lebendige, durch das Gefälle erworbene Kraft zum Fortschaffen dieses Schotters. Vermindert sich das Gefälle — dies geschieht oberhalb der Stelle, wo das Flußbett plötzlich mit Sand und Schotter eingefüllt wird — dann steigt das Wasser an und alles, was der Fluß bringt, sinkt zum Boden und erfüllt das Bett (Fig. 1.) Unter-

halb der Schotterfüllung strömt das Wasser mit einem vergrößerten Gefälle und strebt den Schotter durch rückwärtsschreitende Erosion zu entfernen. Wenn das Wasser dazu nicht genügend fähig ist, vergrößert sich die Schottermenge, bis sie im idealen Falle die Höhenkote der Quellenregion erreicht, d. h. bis der Fluß zu fließen aufhört. Bevor es geschehen ist, strömt das Wasser über den Rand der Schotter-

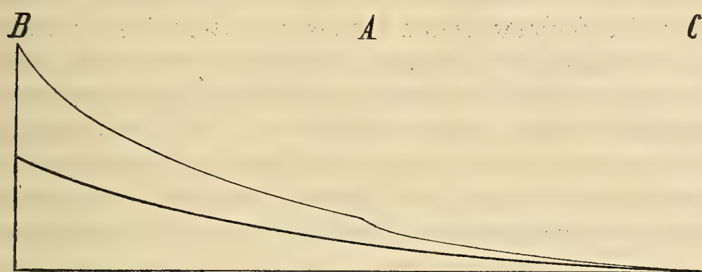


Fig. 4. Ein Bachbett nach der örtlichen Verminderung der Schuttbelastung (schwache Kurve) und das ausgeglichene Stadium desselben (starke Kurve).

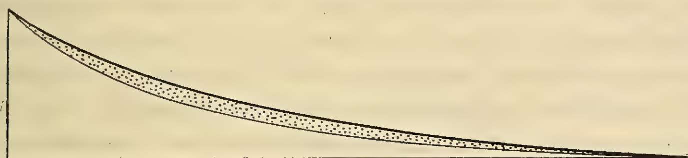


Fig. 5. Eine Veränderung des reifen Flußlaufes (schwach) infolge der örtlichen Schuttanhäufung (der resultierende Lauf stark).

füllung, höhlt in derselben eine neue Furche aus und schleppt eine Menge des Schotters fort (Fig. 2). Der Rest des Schotters bleibt auf dem alten Flußbette liegen, wodurch das Gefälle in ein passendes Verhältnis zu der von Zuflüssen gespendeten und zu verfrachtenden Schottermenge gebracht wird. Der Ort des Gefällssprunges wird stets infolge der rückschreitenden Erosion stromaufwärts verlegt, bis er zu der Quelle gelangt (Fig. 3, obere Kurve) und das der Schottermenge proportionelle Bodengefälle ausgeglichen ist.[1]) Bliebe

[1]) In einer Studie des Autors (Über das Sinken der Elbeebene in Böhmen während der Diluvial-Akkumulation, Centralbl.

der genannte Schotterandrang aus, dann müsste während derselben Zeit die Quellenregion intensiver erniedrigt werden und das Gefälle wäre viel sänfter (Fig. 3, untere Kurve).

Betrachten wir jetzt einen gegensätzlichen Fall! Wenn die Schottermenge oder dessen Größe und Grobheit vermindert wird (infolge Verkleinerung der verwitternden Abhänge und des Fallwinkels derselben, infolge Veränderung des Klimas durch tektonische Vorgänge im Oberlaufe etc.), dann arbeitet die freigewordene lebendige Kraft des Wassers an der Vertiefung des Bodens. Dadurch werden die Abhänge größer und steiler, das Quellengebiet erhöht sich relativ und die Schottermenge nimmt wieder zu. Die Vertiefungsarbeit in der beschriebenen Strecke hört bald auf, der Fluß durchschneidet die während der Erosion oberhalb und unterhalb der Strecke entstandenen Gefällsstufen und beschäftigt sich nach der Wiedererlangung des ausgeglichenen Zustandes nur mit dem Transporte des Schotters.

Auf solche Weise wechseln Perioden der größeren und kleineren Intensität der Tiefenerosion je nach der Menge und Qualität des Schuttes. Eine im Oberlaufe stattgefundene Veränderung der Schuttbelastung wirkt auch im Unterlaufe, wohin der Schotter befördert wird. So wird die Tieferlegung des Unterlaufes aufgehoben oder beschleunigt. Die Anhäufung des groben oder großen Schotters im Unterlaufe macht seine Vertiefung unmöglich. Die mit solchem Schotter beladene Strecke des Unterlaufes wirkt als eine neue Erosionsbasis, die sich nicht erniedrigen läßt. Infolgedessen vertieft sich langsamer auch der ganze Oberlauf. Der Gefällssprung oberhalb dieser neuen Erosionsbasis dauert so lange an, bis die Eigenschaften der Schotterbelastung sich durch eine Denudation der Abhänge in einem der Tiefenerosion günstigen Sinne verändern. Dann erst wird die Gefällskurve ausgeglichen.

Vermindert sich die Schotterlast (Menge, Grobheit, Größe) im Unterlaufe, wird seine Bodenerosion neu belebt (Fig. 4

---

f. Min. G. Pal. 1913 S. 91 ff) ist der Versuch gemacht worden, eine ähnliche Erscheinung an der Elbe durch eine Senkung der diesbezüglichen Strecke zu erklären, da sich für eine plötzliche und andauernde Schuttanhäufung keine Belege finden können.

schwache Kurve). Der Gefällssprung A schreitet stromaufwärts und hilft bei der Tieferlegung des Oberlaufes.

Wenn alle Gefällssprünge ausgeglichen sind und der Fluß vollauf damit zu tun hat, den Schotter vorwärts zu schleppen, beginnt das Reifestadium des Flusses, das Gefälle ist ausgeglichen (Fig. 4, starke Kurve). In diesem Stadium hat jede Veränderung der von Nebenflüssen und Talgehängen gelieferten Schuttbelastung teilweise eine andere Wirkung als früher. Vergrößert sich diese Last, bleibt eine ziemliche Schuttmenge zu liegen, die eine Höherlegung des Bodens verursacht. Dadurch wird das Gefälle im Oberlaufe gehemmt, was eine neue Sedimentation und Erhebung des Bodens (theoretisch von der Erosionsbasis bis zur Quelle) zur Folge hat (Fig. 5). Dies geht so lange fort, bis das vergrößerte Gefälle zum Fortschaffen der vergrösserten Schuttbelastung genügt.

Hört die Schuttlieferung der Nebenflüsse und Talgehänge auf, darf man nicht nach Fig. 4 eine neu belebte Tiefenerosion und ein Fortschreiten des Gefällssprunges *A* stromaufwärts zur Quellenregion erwarten. Dies ist nicht möglich, weil sonst in der Strecke *AB* ein kleineres Gefälle, als zum Vorwärtsschleppen des Schuttes nötig ist, entstehen müßte. Der Schutt würde liegen bleiben und den Boden wieder erhöhen, d. h. der Gefällssprung sollte beständig auf derselben Stelle ausharren (so lange der Unterschied in der Schuttbelastung andauert), was wohl dem Gesetze der rückwärtigen Erosion widerspricht. Ein idealer Fall entsteht, wenn in der Strecke *AC* (Fig. 4) die Schuttlast überhaupt nicht zunimmt, sondern nur der Sand und Schotter aus dem Oberlaufe *AB* (z. B. 50% der ursprünglichen Menge beim Punkt *C*) sich bewegt. Dadurch erlangt ein Teil der lebendigen Kraft des Wassers die Erosionsfähigkeit. Wie sich dann diese freigewordene lebendige Kraft offenbart, sieht man am besten an Strömen, welche in breiten Auen (rideaux) durch eigene Aufschüttungen fließen. Die lebendige Kraft verursacht eine seitliche Erosion. Es werden Maeandern gebildet, mit welchen der Fluß seinen Lauf zwischen zwei unveränderlichen Höhenpunkten verlängert und dabei sein Gefälle vermindert, so daß das Wasser überhaupt nicht imstande

ist, seinen Boden zu vertiefen, aber vollauf mit der Schuttbeförderung beschäftigt ist.

Kehren wir uns jetzt zur Frage der von S gegen N fließenden Ströme im Böhmerwalde. Ein sehr schönes Beispiel stellt die Čerchovka dar, die sich als ein subsekventer von SSO zu NNW fließender Bach in zerrüttelten Gesteinen des böhmischen Pfahles durch Ablenkung mehrerer vom Gebirgskamme rieselnden konsekventen Ströme entwickelt hat. Dieselben brachten vom Westen eine überaus grosse Schuttmenge, während vom O ein kleiner obsekventer Bach (Ždánovský) aus dem hügeligen Tauser Gebiete nur wenig Schotter liefern konnte. Ähnliches gilt auch von der Schuttlast, die von östlichen und westlichen Talgehängen kam. Welche Wirkung hatte dieser Unterschied in der Schuttlieferung von links und von rechts? Es ist wohl anzunehmen, daß ein Gesetz, welches für den Fluß der Länge nach gilt, auch einige Gültigkeit haben muß, was die Breite des Flusses betrifft, ja sogar für jeden Punkt des Bodens. Wo ein Übermaß des Schotters vorhanden ist (hier beim linken Ufer), hört der Fluß zu erodieren auf; wo wenig Schutt und von feiner Qualität geboten wird (hier beim rechten Ufer), vertieft sich der Boden mächtig. Falls das Flußbett sich nicht vertiefen läßt — wegen zwei oberhalb und unterhalb der Strecke befindlichen Punkte, die nicht erniedrigt werden können — maeandert der Fluß und breitet sein ursprüngliches enges Tal aus. Der Unterschied in dem von links und rechts gespendeten Schutte verursacht also zuerst eine größere Tiefenerosion in den vom Gebirge weiter entfernten Teilen des Strombettes, und wenn diese Tiefenerosion aufhört, weckt er in denselben Teilen eine größere Seitenerosion auf. Dadurch aber muss sich die Flußrinne je länger desto mehr von dem ursprünglichen Schichtenstreichen entfernen und zwar mehr in seinem Unterlaufe als im Oberlaufe, da sich mit jedem neuen Gebirgszuflusse die Wirkung steigert. Auf solche Art und Weise läßt sich die Ablenkung sogar großer Flüsse (Eger, Moldau, Elbe, Donau etc.) von Gebirgskämmen erklären, es gilt auch für die Ströme des Böhmerwaldes.

Diese Erscheinung wurde dorten durch die oben erwähnte Hebung von Südböhmen gefördert. Hebt sich ein

Land vom Süden, wird auch das Flußgebiet eines gegen NO fließenden Stromes in Mitleidenschaft gezogen. Das Gefälle seiner von der Südostseite rieselnden Zuflüsse wird verstärkt, dasjenige der nordwestlichen vermindert. Die erste Folge davon ist, daß sich die südlichen Zuflüsse schneller zum konsekventen Nachbarfluß durcharbeiten und denselben ablenken werden. Dabei entsteht in jedem ablenkenden Zufluß ein gegen sein östliches Ufer gerichteter Druck, dessen Wirkung sich im Relief der Bäche und Flüsse auch deutlich abbildet.

Im Falle, daß bei einer bevorstehenden Ablenkung der ablenkende Fluß einen bedeutend tiefer liegenden Boden besitzt, muß bei der Anzapfung eine Stromschnelle oder sogar ein Wasserfall, jedenfalls aber ein Sprung im Gefälle entstehen. Auf ähnliche Weise läßt sich die plötzliche Verstärkung des Gefälles erklären, welche bei Freiberg zu beobachten ist[1]) und welche nach Mayr durch tektonische Spalte entstanden ist und die Daniel und K. Schneider als eine Bildung der Eiszeitperiode erklärt haben. Bei Freiberg (704 *m*) befinden sich zwischen hohen Gebirgsresten (Wittingshausen 1032 *m* samt Lindner B. 1028 *m* zwischen dem Igelbach und dem Michelbach, Abdank 1025 *m* samt Hirschenstein 1026 *m* zwischen dem Michelbach und dem Schildbach) relativ niedrige Wasserscheiden (kaum 800 *m*), die das Flußgebiet der Moldau von demjenigen der Donau trennen (die erste im W von Freiberg und S vom Igelbach, über welche der Schwarzenberger Kanal in einen Zufluß der Mühl geführt ist, die zweite im S von derselben Stadt und im N vom Michelbach, die dritte im S von Hohenfurth zwischen dem Schildbach im S und der Moldau im N). Diese Wasserscheiden und dann der Umstand, dass das Tal vom Rodelbach breiter ist als das Tal der Moldau, lassen die Vermutung nahe, daß die Entwässerung früher nach S stattfand und erst nach der relativen Erniedrigung der Erosionsbasis im N des Landes nach N dirigiert wurde. Die gegen S und SO fließenden Ströme wurden bald von gegen NO gerichteten Nebenflüssen abgelenkt. Das gilt hauptsächlich von dem Nebenflusse, der

---

[1]) cfr. J. V. Daneš l. c. S. 106.

sich annähernd an der Grenze zwischen Granit und Glimmerschiefer von Freiberg bis Hohenfurth entwickelt hat und sehr bald eine tiefe Rinne aushöhlen konnte, die bei der Ablenkung der oberen Moldau einen grossen Sprung im Gefälle verursachte. Ob diese Ablenkung schon vor der Veränderung der böhmischen Erosionsbasis oder erst später erfolgte, muß dahingestellt bleiben.

Aus dem Umstande, daß das Gefälle noch nicht ausgeglichen ist, läßt sich schliessen, daß die Ablenkung im geologischen Sinne jung ist. Infolge der Hebung vom S mußte sich die Erosion der Moldau von den Quellen bis zum südlichsten Punkte des Laufes verlangsamen, jene aber von demselben Punkte nach N hin musste desto intensiver arbeiten. So bildete sich die romantische Talschlucht »Čertovy proudy« (Teufelsströme) und der Wasserfall des heiligen Wolfgangs bei Hohenfurth aus.

Die epigenetische Erklärungsweise wird gewöhnlich so geführt, daß man zuerst die Existenz einer jetzt abgetragenen Decke von einer großen Mächtigkeit und von einer dem Flußlaufe entsprechenden Struktur zu beweisen sucht. Im Böhmerwalde wird die Notwendigkeit einer Kreidebedeckung aus dem Umstande gefolgert, daß

1. die Strandbildungen der Kreideformation in NO und im W des Böhmerwaldes fehlen,

2. daß die Kreideschichten Stufen bilden, deren jüngere in der Richtung gegen den Böhmerwald hin die älteren übergreifen,

3. daß die Schichten einzelne Ausläufer in derselben Richtung aussenden. Diese Ausläufer sollen die ursprüngliche Verbindung des bayerischen und böhmischen Kreidemeeres beweisen.

4. Als Hauptgrund werden epigenetische Flüsse angeführt.

Das Fehlen der Strandbildungen hat aber einen kleinen Beweiswert, da man zugleich als möglich annimmt, daß sämtliche Kreideschichten also auch Strandschichten — die Transgression erfolgte nämlich allmählig und zu Strandbildungen war also Zeit genug vorhanden — aus dem ganzen Böhmerwalde samt Vorgebirgen in Böhmen abgetragen worden

sind. Und die Schichten müßten mächtig sein, sonst taugen sie nichts für die epigenetische Erklärungsweise.

Das Vorkommen von übergreifenden jüngeren Schichten wird auch bei gerade gegensätzlichen Beweisen und zwar mit besserem Erfolge angeführt.[1]) Die jüngeren Schichten müssen näher zur Wasserscheide reichen, da die Masse der Wasserscheide denudiert und vom Meere abradiert wurde. Dadurch aber mußte das Land teilweise und oft auch gänzlich untersinken. Aber vom völligen Untertauchen zeugt die Erscheinung gar nicht, sondern vielmehr nur von der Existenz und der Lage einer Wasserscheide, d. h. des festen Landes. Zur Ergänzung der zur Epigenesis genügenden, vorkretazische Furchen genug erfüllenden Schichten im Böhmerwalde könnte man nur dann ohne Zögern schreiten, wenn eine Meeresfazies in einer großen Mächtigkeit plötzlich in Böhmen und Bayern aufhörte. Das ist aber keineswegs der Fall. Die einzelnen Horizonte der Kreide nehmen in Böhmen gegen N und O an Mächtigkeit zu,[2]) gegen SW keilen sie aus.

Während der cenomanen Transgression dehnte sich das Kreidemeer von England über Nord-Frankreich, Belgien und weiter gegen das Ostmeer, Polen, Zentral- und Süd-Russland bis in das westliche Zentralasien. Im Süden dieses Meeres hob sich eine Festlandstufe (Gebirge am Rhein, böhmische Masse, Karpathen, Balkan), welche teilweise zu verschiedenen Zeiten überflutet wurde. Bei der Transgression wurden Quadersandsteine und sandige Letten abgesetzt, welch letztere einem mehr klastischen Typus als jene des Meeres im Norden des Festlandes angehören. Untere cenomaner Schichten in Böhmen sind eine Süßwasserbildung, da sie nicht weniger als 173 Pflanzenarten und viele Süßwassermuscheln beherbergen.[3]) Sie bestehen aus Schiefertonen, aber auch aus Sandsteinen, die oft sehr widerstandsfähig sind, da sie einen kalkigen oder Eisenhydratzement besitzen. Doch sind sie nur

---

[1]) cfr. Krantz W.: Weitere Bemerkungen zur geologischen Übersichtskarte Südwestdeutschlands. Centralblatt f. M. G. P. 1910.

[2]) cfr. Suess F. E.: Bau und Bild der böhmischen Masse. S. 169.

[3]) cfr. Počta F. l. c. S. 105.

im Bereiche des jetzigen zusammenhängenden Kreidegebietes deutlich anwesend. Da das transgredierende Kreidemeer ungenügend — wie man allgemein annimmt — abradierte, konnten diese Schichten unmöglich dabei völlig verschwinden, falls sie tatsächlich im Böhmerwalde vorkamen. Durch gesteigerte Denudation darf man kaum ihr Verschwinden erklären. Es folgt vielmehr, dass im Anfange der cenomaner Transgression die Erosion im Böhmerwalde die Oberhand hatte und daß es zur Sedimentation überhaupt nicht gekommen ist, d. h. daß der Böhmerwald ziemlich hoch aufragte und seine Flüsse damit voll beschäftigt waren, das zerstörte Gebirgsmaterial dem Meere anzuvertrauen. Die auf dem Puffers Peneplain maeandernden Flüsse könnten wohl keineswegs so viel Sand ins Meer verfrachten, wie die Sedimente des Kreidemeeres (auch Pläner) enthalten. Gegen NO läßt sich zwar eine bedeutende Zunahme der Sandsteinlagen gegenüber dem Pläner in oberen Kreideschichten wahrnehmen, was von F. E. Suess[1]) als Zeichen eines großen im NO liegenden Kontinentes gedeutet wird. Da aber auch im W und S (bei Kralupy, Prag, Kuttenberg) genug mächtige Sandsteinschichten vorhanden sind, mußte auch im W ein ziemlich hohes Festland aufragen.

Bř. Zahálka[2]) folgert richtig aus dem Vorhandensein von viel Sand in den Plänern seiner IX. Stufe die Nähe des Ufers (Obrnice—Dux—Teplitz—Bohosudov). Reste von dickschaligen Weichtieren sind so sehr verbreitet, daß sie kaum als eng begrenzte Klippenbildungen in einem tiefen Meere gedeutet werden können. Die große Mächtigkeit einzelner Horizonte wurde durch Senkungen während der Transgression gefördert.[3]) Die zerstreuten Quarzitblöcke, welche von F. E. Suess[4]) als allerletzte Reste einer Kreidebedeckung

---

[1]) l. c. Seite 169.

[2]) Bř. Zahálka: Křídový útvar v západ. Povltaví I. a II. Věstník kr. č. spol. nauk 1913 č. 23.

[3]) Cfr. Autor: Ein Beitrag zur Kenntnis des Untergrundes der Kreide in Böhmen. Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1912. S. 292 ff. — Derselbe: Výsledky hlubokých vrtání v Pečkách n. dr., Lázních Poděbradech a okolí. Sborník Čes. spol. zeměv. 1912 č. 4.

[4]) l. c. S. 167.

in West- und Südostböhmen gedeutet werden, können wohl mindestens teilweise Reste der verfestigten fluviatilen Schotter darstellen. Es wurden in ihnen im N von Pilsen, wo sie besonders entlang der erosiven Furchen vorkommen, Coniferenzapfennegative (im Jahre 1911 von C. R. v. PURKYNĚ später von E. EISNER erstaunlich gut erhalten) und auch bei Lišany (von V. SMETANA) gefunden. Der letzte Fund wurde als oligocaenisch,[1]) der erste als oberoligocaenisch [2]) bestimmt. Wenn anderswo die Quarzitblöcke der Kreidezeit vielleicht doch angehören, beweisen sie samt diesen tertiären Blöcken, daß die Flüsse wahrscheinlich gegen Ende der Kreidezeit und nachher zu einer bedeutenden Sedimentbildung herangetreten sind, d. h. daß sie endlich zu einem ausgeglichenen Lauf und zu reifem bis altem Entwickelungsstadium gelangten. Erst nach der Ablagerung oligocaener Sande und Schotter wurde in Westböhmen die Erosion neu belebt. Diese Tatsachen sprechen also eher gegen die Transgression als für dieselbe.

Was die gegen den Böhmerwald gerichteten Kreideausläufer betrifft, so sind dieselben wohl durch die Wasserscheide daselbst zu erklären. Von jeder Wasserscheide gehen Erosionsfurchen in der Richtung gegen die Depression zu und erweitern sich desto mehr, je weiter man sich von der Wasserscheide entfernt. Bei der Transgression dringt das Meer in die vorbereiteten Buchten uud setzt seine Sedimente ab, welche folglich nach der Regression des Meeres in der Richtung gegen die Wasserscheide zu verlängert erscheinen.

Vermehrt man das Beweismaterial mit epigenetischen Flüssen, so begeht man einen logischen Fehler. Um die Entwickelung des Flusses zu begreifen, setzt man eine Kreidedecke voraus. Es ist dazu aber keineswegs die Kreidedecke notwendig, sondern nur eine Decke von solcher Struktur, die den Lauf der Flüsse begreiflich machen würde, also auch z. B. eine tertiäre, permokarbonische, silurische, algon-

---

[1]) V. SMETANA: Příspěvek k seznání třetihorního útvaru na Rakovnicku. Věstník kr. č. spol. nauk. 1915.

[2]) CYRILL R. v. PURKYNĚ: Pinus Laricio Poir in Quarzitblöcken in der Umgebung von Pilsen. Sitz.-B. d. k. böhm. Gesellschaft der Wiss. in Prag 1911.

kische Decke. Aus der Notwendigkeit irgend einer Decke läßt sich aber kein Existenzschluß für die Kreidedecke ziehen. Die Gründe für die Kreide liegen also nicht in dem Flusse, sondern in der Umgebung des Flusses (Reste der Kreidebedeckung, Unmöglichkeit einer anderen Bedeckung u. s. w.), d. h. die Existenz der Kreide muß früher bewiesen werden, ehe man zur epigenetischen Erklärung schreitet.

Es wurde bemerkt, daß das Kreidemeer nur ausnahmsweise transgredierte Geländer abradierte. Es sind sehr viele Härtlinge stehen geblieben. Wenn auf solches unebene Land Kreideschichten von einer großen Mächtigkeit abgelagert wurden, müßten die Flüsse sehr oft die von den Schichten bedeckten Härtlinge endlich durchschneiden. Das gibt gegenwärtig aber nicht, die Fälle sind sehr vereinzelt. Also waren vielleicht diese Schichten von unbedeutender Mächtigkeit, was auch von Autoren angenommen wird und sehr begreiflich ist, da sich kein Rest auf den Wasserscheiden des Böhmerwaldes jetzt vorfindet. In diesem Falle aber mußten die Schichten nur zwischen den Härtlingen liegen und im allgemeinen die alten vorkretazischen Muldenlinien ausfüllen. Dann aber trafen die Flüsse durch die Kreidedecke endlich dieselbe Sohle, welche schon vor der Kreidetransgression vorbereitet worden war und welche sich infolgedessen durch die Epigenesis in der Kreidedecke nicht erklären läßt. Um die sämtliche Kreide fortzuschaffen, mußten die Flüsse seitlich erodieren, d. h. sehr langsam fließen und pendeln. Dabei war Gelegenheit genug vorhanden, zum vorkretazischen Talrelief wieder zu gelangen und dessen tiefste Stelle in weichem Mergel, Pläner und Sandstein zu finden. Die vorkretazische Landschaft hat aber mit der postkretazischen Epigenesis nichts zu tun.

Und noch eine Einwendung. Man untersucht den Lauf eines Flusses und findet ihn im Verhältnis zur Struktur unbegreiflich. Darf man dann ohne weiteres behaupten, daß es der Fall auch schon damals war, als die hypothetische Kreide verschwunden ist? Wäre so etwas modern heute, wo die Davissche Schule der Geomorphologen eine rasch sich verändernde Textur der Erdoberfläche, ein schnelles Tempo der schon in einer einzigen geologischen Periode sich ab-

spielenden Zykeln annimmt? Ein Granitlakkolith, der jetzt quer von einem Fluß durchströmt wird, konnte wohl damals noch unter permocarbonischen, silurischen, algonkischen Schichten verborgen liegen. Kann die Kreidedecke darin entscheiden?

Der Radbuza-Fluß fließt bei Holišov (Holleischen), besser bei Stod durch einen Granitlakkolith, der im W und O mit algonkischem Schiefer umhüllt ist. Die Radbuza hat in diesem Schiefer zur Zeit, als er noch den Granit gänzlich bedeckte, ihr Bett ausgehöhlt und fand endlich den liegenden Granit. Ein Beweis für die künstliche Ansicht von der Kreide-Epigenesis autorum wäre nur dann vorhanden, wenn man beweisen könnte, daß der Granit in diesem 2 *km* vom jetzigen Nordrande des Massivs entfernten Gebiete[1]) schon vor der vermutlichen Kreideablagerung entblößt worden war.

Oft greift man zur Epigenesis ganz überflüssig, der Lauf des Flusses ist tatsächlich der Struktur angepaßt. Die Ursache liegt manchmal in der Vertauschung der Widerstandsfähigkeit gegen die Erosion mit derjenigen gegen die Verwitterung. Puffer[2]) hält den bayerischen und böhmischen Pfahl für das härteste Gestein des Böhmerwaldes, das wohl als Monadnocks bis 50 *m* die Umgebung überragt. Er findet die Tatsache wichtig, daß die Flüsse anstandslos durchbrechen, ja einzelne Gerinne im Pfahle selbst fließen (der Bach von Kaikenried, von Schwarzgrub, der Pfeifferbrünner Bach). Der Rappendorfer Bach durchbricht den böhmischen Pfahl und fließt nach Puffer weiter in ihm, dasselbe tut der Čerchovka-Bach (Chodenschlosser Bach) kurz vor Trhanov (Chodenschloß). Daraus folgert Puffer eine schützende Kreidedecke. Es ist aber zu bemerken, daß der Pfahl nicht überall gleich mächtig entwickelt ist, sondern stellenweise auskeilt, daß er keineswegs aus dichtem Quarzit, sondern aus oft mürbigem, von unzähligen Spalten durchdrungenem, mit pulverigen, kaolinitartigen Restsubstanzen vollgepfropftem Gestein besteht, so dass man sich beim Abraume in Schotter-

---

[1]) cfr. die geologische Karte der k. k. geol. Reichsanstalt Z. 7 Kol. VIII.

[2]) l. c. S. 144.

und Sandgruben nur des Hammers und Eisenstangen bedient. Dasselbe haben schon Gümbel[1]) und neulich W. Weber[2]) im bayerischen, Hochstätter[3]) im böhmischen Pfahle festgestellt. Das Vorhandensein von viel Kaolinit im bayerischen Pfahle haben Ochotzky und Sandkühler,[4]) im böhmischen der Autor[5]) festgestellt. Die kaolinitartigen Substanzen sind mit einem feinen oder auch gröberen Kieselnetze erfüllt, so daß das Gestein gegen die Verwitterung sehr widerstandsfähig ist. Es nährt die Pflanzen nicht oder nur karg und bleibt deswegen von der Denudation verschont. Wo aber das fließende Wasser den Pfahl angreift, bricht anstandslos in einer weiten Bresche durch oder bereitet sich sogar ein breites Tal in demselben vor, was alles mit der Struktur im Einklange ist. Was endlich den Rappendorfer Bach betrifft, so fließt er im O von Furth i. W. bereits außerhalb des Pfahles, wie es auch die geologische Karte Gümbels angibt. Ich will nicht für jede Stelle des Pfahles eine kleine Widerstandsfähigkeit gegen die Erosion behaupten, da ich wohl in Böhmen eine Stelle kenne, wo sich durch die Wirkung des Muttergesteins des Pfahles (Augengneis) ein kleiner Wasserfall im Kontakte an weicheren Amphibolitschiefer gebildet hat, aber im allgemeinen gilt es doch. Der böhmische Pfahl dient als seismische Linie (Erdbebenerschütterungen wurden von den Bewohnern des Ortes Česká Kubice zu wiederholten Malen beobachtet), weshalb seine Konsistenz besonders gelockert ist.[6])

Zu falschen Schlüssen verführt endlich die Ungenauigkeit der geologischen Karten oder auch deren unrichtige Interpretation. Es wird z. B. der Lauf der Radbuza bei

---

[1]) Gümbel: Geologie von Bayern. II. 1894, S. 441 ff.

[2]) Maxm. Weber: Das geologische Profil Waldkirchen-Neureichenau-Haidmühl. Geogn. Jahreshefte XXII, 1909, S. 318 u. f.

[3]) Hochstetter: Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1855, VI. S. 769 ff.

[4]) H. Ochotzky und Beda Sandkühler: Zur Frage der Entstehung des Pfahls im bayer. Wald. C. f. M. G. u. P. 1914, S. 190 ff.

[5]) R. Sokol: Český pruh křemenný od Brodu n. L. po Ronšperk. Verh. d. böhm. Ak. d. Wiss. 1911, II. Cl. N. 30. S. 4 ff. Deutsches Resumé im Bulletin international.

[6]) Vergl. auch J. Knett: Über das Alter der Pfahlquarzbildungen im westlichen Böhmen. Lotos 1911. B. 59. N. 8.

Předenice als mit der Struktur nicht übereinstimmend angeführt. Nach der geologischen Karte der k. k. geol. Reichsanstalt Z. 7 Kol. IX wählt der Fluß die Grenze zwischen zwei Gesteinen (Granit und Kieselschiefer), was doch als Anpassung an die Struktur allgemein angenommen wird. Erst im N von Čižice dringt er in Granit ein. Aber nach der neuen geologischen Karte der Umgebung Pilsens von Cyril Ritter von Purkyně[1]) steht an dem linken Ufer des Flusses

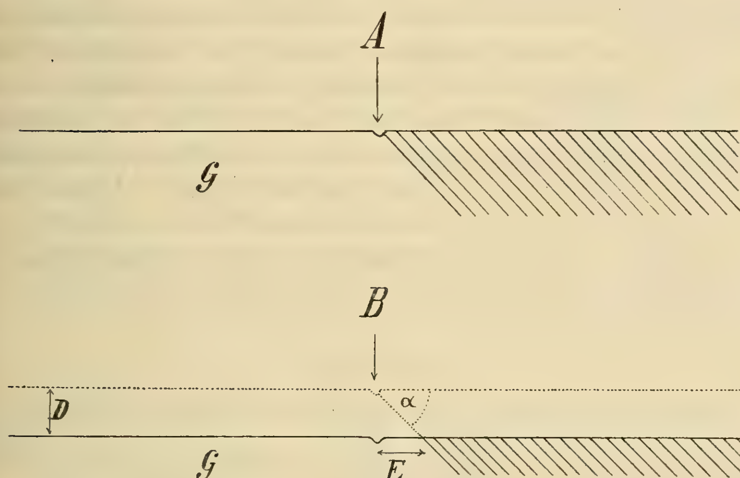


Fig. 6. Ein Fluß dringt durch den Kontakt in Granit *G* ein *A* Anfangsstadium, *B* nach erfolgter Erosion und Denudation.

ein gewöhnlicher algonkischer Schiefer von dem Orte Nový mlýn bis Čižice an und erst im NW von Čižice (Anhöhe Pískový Důl 459 *m* — Malinec 452 *m*) ist in einer Länge von $1^1/_4$ *km* ein Kieselschiefer vorhanden, von welchem aber, was die Erosionswiderstandsfähigkeit betrifft, fast dasselbe wie vom Pfahlquarzit gilt. Durch den Granit fließt Radbuza keineswegs von Čižice bis Štěňovice, wie es die erste Karte angibt, sondern nur etwa 1 *km* weit und senkrecht auf die Begrenzung. Die Erscheinung läßt sich leicht durch das Einschneiden während einer neu belebten Erosion erklären

[1]) C. R. v. Purkyně: Geologická mapa zastupitelského okresu plzeňského. 1909.

(Fig. 6). Der Fluß dringt so rasch in seine Unterlage, daß die seitliche Erosion ausbleibt. In dem Falle aber bleibt der Fluß keineswegs an der Grenze, sondern dringt in das Liegende ein, hier in den laibförmigen Granitlakkolith, vorausgesetzt dass man sich noch in dem oberen Teile desselben befindet, wo die Begrenzung unter einem spitzen Winkel vom Lakkolith hin einfällt. Setzen wir den Fall voraus, daß der Einfallswinkel 45° beträgt. Ist die Erosionstiefe 100 *m* gleich, dann wird sich der Fluß nach erfolgter Denudation der Umgebung ebensoweit von der Grenze des Granits befinden. Ist der Winkel kleiner oder größer, wächst oder verkleinert sich diese Entfernung (mit seinem Cosinus proportionell). Es ist klar, dass diese Erklärung nur in den Fällen zu benützen ist, wo von einer raschen Erosion die Rede sein kann und der Fluß nicht sehr weit vom Kontakte fließt. Darin wäre ein willkommenes Mittel zur Abschätzung der Mächtigkeit der Denudation (D) zugleich gegeben, wenn sich das Fallen (α) des Kontaktes nicht veränderte. Wenn E die Entfernung vom Kontakte bezeichnet, so ist

$$D = E \operatorname{tg}\alpha .$$

Auch der Schluß, daß ein Fluß in ein der Erosion mehr Widerstand leistendes Gestein dringt und daß deshalb eine epigenetische Erklärungsweise platznehmen muß, soll auf die Beobachtung in der Natur gestützt werden. Ich habe z. B. eine solche südlich von Taus in dem Bache »Česká Bystřice« machen können. Der Bach wurde teilweise künstlich (in unbekannter Zeit) aus der Warmen Bastritz nördlich vom Skála-Berge 593 *m* bei Česká Kubice durch einen tiefen felsigen Einschnitt geführt. Auf seinem Boden[1]) lassen sich an der Grenze der quer getroffenen Gesteinsschichten zwar winzige, aber sehr deutliche Wasserfälle beobachten. Der erste 2 *m* hoch zwischen Augengneis, der hier anstatt des Pfahlquarzits entwickelt ist, und Amphibolitschiefer, der zweite $^1/_2$ *m* hoch zwischen einer aplitischen Fazies desselben Schiefers und normalem Amphibolitschiefer, der dritte 80 *cm*

---

[1]) Das Längsprofil enthält die Studie des AUTORS: Ein Beitrag zur Kenntniss der Pfahlbildungen. Centralblatt f. Min. etc. 1914 S. 458. Fig. 1, A.

hoch zwischen Amphibolitschiefer und Granit. Die Wasserfälle sind heute nicht streng an die Gesteinsgrenze gebunden, sondern im Laufe der Zeit ein wenig stromaufwärts (4 bis 6 *m*) verlegt worden. Ein künstliches Eingreifen der Menschenhand ist ausgeschlossen. Es folgt für unsere Frage der Schluß, daß sich, was die Erosionsfähigkeit anbelangt, die Gesteine in eine sinkende Reihe: 1. Augengneis, 2. aplitische Fazies des Amphibolitschiefers, 3. normaler Amphibolitschiefer, 4. Granit ordnen lassen. Das zwingt wohl zur Ansicht, daß das Eindringen der Ströme aus Gneis in Amphibolitschiefer oder Granit eine der Struktur entsprechende Erscheinung ist, die infolgedessen keine epigenetische Erklärung erheischt. Ich wage aber keineswegs allgemeine Deduktionen daraus zu ziehen, indem ich weiß, wie verschieden sich z. B. derselbe Granit an seiner Peripherie verhalten kann. Der Granit von Babylon im S von Taus ist z. B. in seinem Osten sehr zähe, aber in der Nähe von Trhanov in einem Aufschlusse bis in eine Tiefe von einigen Metern mürbig. In vollem Einklange mit diesem lockeren Gefüge des Granits ist das breite, »enthauptete« Tal von Babylon, auch das Tal der Úhlavka bei Klattau, das des Pfreimt-Baches im W von Pfraumberg, das »enthauptete« Tal im O von Pfraumberg, dessen Strom durch den Grundbach und die obere Úhlavka abgeleitet wurde, und endlich das Tal der mittleren Úhlavka von Prostiboř an gegen Norden.[1])

Zur übereilten Epigenesis werden manchmal die Forscher durch die Annahme verführt, daß das Relief sich sehr rasch verändere, so daß z. B. mehrere Zykeln sich in einer geologischen Periode abspielen können. Es ist die Tendenz der Davisschen Schule, die zur Überschätzung der Tätigkeit des fließenden Wassers und der Athmosphaerilien oft verführt. Ich mache dagegen auf eine Tatsache aufmerksam, die zwar nur für Westböhmen gelten will, aber doch ein allgemeines Interesse verdient.

---

[1]) Sehr trefflich sagt E. Weinschenk (Die Kieslagerstätte in Silberberg bei Bodenmais, Abh. math.-phys. Cl. d. bayer. Ak. d. Wiss. 21 (73) 1902, S. 355): »Die granitischen Gesteine des »Waldes« neigen überhaupt sehr zur Verwitterung und zur Bildung bedeutender Ablagerungen von Granitgrus«.

Bei Příšov im Tale des Třemošice-Baches (385 *m*) wurde in der Tuffitkuppe Homolka von Winkler [1]) terziäres (etwa dem Miocaen oder dem Pliocaen) angehörendes Holz in Tuffen in einer Höhe etwa von 390 *m*, also nur 5 *m* oberhalb des Bachbettes gefunden. Am Südabhange desselben Tales liegen die schon oben erwähnten Blöcke von Sandstein und Conglomerat bis zu 420 *m* als Reste ehemaliger verfestigter Sand- und Schotterablagerung. Sie beherbergen Negative von Zapfen der Pinus laricio Poir. und lassen sich weiter gegen N bis zum Mileschauer Berge verfolgen, wo sich ihr Alter als oberoligocaenisch bestimmen lässt.[2]) Die Blöcke sind eckig und groß, folglich auf primärer Lagerstätte. Aus der 420 *m* Höhenlinie sind sie bis in das Niveau des Vulkans durch Gekriech gelangt. Es folgt, daß das Třemošnice-Tal sich seit der Ablagerung der oberoligocaenen Sande und Schotter (in Unteroligocaen, Miocaen, Pliocaen, Diluvium und Alluvium) während der neubelebten Erosion nur um 35 *m* vertiefte, und zwar um 30 *m* bis zum Ausbruche des Feuerberges, in dessen Tuffen sich Stücke Letten mit terziären Ligniten befinden, nach dem Ausbruche nur noch um etwa 5 *m*.

Es läßt sich beweisen, daß der Bach beständig floß und daß seine Erosion nicht ausblieb. Oberhalb in der Nähe der Tuffitkuppe befindet sich zwar eine Wasserscheide (bei Nebřem), über welche sich sein Oberlauf ehemals bewegen konnte, aber sie ist bereits 446 *m* hoch und konnte folglich höchstens ein voroligocaenes Bachbett bilden. Der Vulkan war niedrig, da seine Tuffe bis jetzt locker sind. Auch wenn das breite Tal mit denselben ein wenig zugeschüttet wurde, hat der Bach darin bald eine Bresche gemacht. Ähnliche Lignite wurden östlich von Pilsen bei der Klabavka, einem wasserreichen Bache (328 *m*) und zwar in Ejpovicer Letten (370 bis 390 *m*)[3]), auch im Süden von Pilsen im Hangenden

---

[1]) Arthur Winkler: Über den Aufbau und das Alter der Tuffitkuppe »Homolka« bei Příšov (Bezirk Pilsen). Mitteil. d. geol. Ges. IV. 1911.

[2]) C. Ritter von Purkyně: Pinus laricio Poir etc. S. 1 ff. — C. Ritter von Purkyně: Geologie okresu Plzeňského. 1913. S. 113 ff.

[3]) C. Ritter von Purkyně: Geologie okresu plzeňského. 1913. S. 114.

der Schacht Frischglück (etwa 340 *m*)[1]) oberhalb des Flusses Radbuza (314 *m*) gefunden. Hält man die Lignite für miocaenisch, ähnlich wie es Kettner [2]) mit analogen Funden in Klinecer Tonen (an der Hand hübsch erhaltener Blätter von Salvinia formosa und Taxodium dubium) getan hat, so folgt, daß während des Pliocaen, Diluvium und Alluvium nur 5 bis 62 *m* in Erosionsfurchen Pilsens zur Zeit der neubelebten Erosion abgeraumt wurden, im Tale der Třemošnice bei Příšov endlich seit dem Oberoligocaen nur 35 *m* verschwanden. Für die ganze Tertiärzeit darf man folglich kaum zweimal soviel annehmen, also höchstens einigemal zehn Meter. Für die übrige Oberfläche, die Wasserscheiden und Härtlinge folgen daraus nur einige Meter für die Mächtigkeit der erlittenen Denudation. Die Zahlen müssen selbstverständlich in den dem Gebirge näheren Gegenden etwas vergrössert werden. Das letztere gilt auch vom Rande der böhmischen Kreide, wo sogar die quartäre Erosion bedeutendes leisten konnte.[3])

Demzufolge kann man behaupten, daß das Relief mit seinen Härtlingen im Böhmerwalde recht alt ist, mindestens kretazisch oder vorkretazisch, denn die einigen Meter, die man zugeben muß, um die vorterziäre Landschaft außerhalb der Wasserströme und ihrer Auen neu zu konstruieren, können das jetzige Bild nicht wesentlich stören. Neu sind nur die tiefen, nach dem Oberoligocaen entstandenen Wasserfurchen, deren Aushöhlung, hauptsächlich dem jungen Terziär, nicht aber dem jüngsten und ebensowenig dem Diluvium im allgemeinen zuzuschreiben ist.

Zur Zeit des explosivartigen Ausbruches des Příšover Vulkans war wieder die Erosion erlahmt, so daß es zur

---

[1]) Gümbel, K. W.: Über einen aufrechtstehenden Kohlenstamm der Pilsener Mulde. Verh. der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1889.

[2]) R. Kettner: O uloženinách třetihorních štěrků a jílů u Sloupu a Klince ve střed. Čechách. Věstník král. České společnosti náuk 1911. XXV.

[3]) Vergl. Auior: Über Erosion und Denudation eines Baches. Centralbl. f. Min. etc. 1907. S. 429.

Sedimentation der Letten sogar im Oberlaufe der Bäche gekommen ist. Die nur 5 *m* tiefe postvulkanische Erosion bei Příšov läßt die Vermutung nahe, dass die hohe Zahl bei Ejpovice an der Klabavka nur dadurch zustande gekommen ist, daß die Letten bedeutend tiefer reichten (jetzt 370 *m*, 42 *m* oberhalb des Bachbettes), so daß die postvulkanische Erosion einen winzigen Widerstand in denselben vorfand. Gibt man es zu, dann braucht man nicht den grösseren Wasserreichtum der Klabavka als den einzigen Grund der hohen Erosionszahl anzuführen oder sogar für die Lignite eine andere Epoche anzunehmen. Es ist umsomehr wahrscheinlicher, da beim Radbuza-Flusse eine vielleicht gleichzeitige Erosion nur höchstens 26 *m* beträgt. Aber auch diese Zahl ist ziemlich hoch, was aus der folgenden Betrachtung hervorgeht.

Vergleicht man die für die postvulkanische Erosion geltenden Zahlen bei Příšov (5 *m*) und Frischglück (26 *m*) — unter der Voraussetzung, daß beiderlei Lignite gleichalterig sind — und berechnet man ein ähnliches Verhältniss für die vorvulkanische Erosion (nach dem Oberoligocaen), dann erhält man, weil diesbezügliche Erosion bei Příšov 30 *m* beträgt, aus der Proportion

$$5 : 26 = 30 : x$$

den Wert $x = 156$ *m* (470 *m* absolut) als die hypothetische Höhe einer oberoligocaenen Oberfläche bei Frischglück. Diese Zahl aber ist bedeutend größer als jene von Příšov (420 *m*) und setzt eine unwahrscheinlich mächtige Denudation (100 *m*) der Wasserscheiden zwischen den Flüssen Mies, Radbuza, Úhlava, Úslava (von 470 *m* bis etwa zu 370 *m*) während der Zeit voraus, als durch fließendes Wasser in der nahen Wasserfurche bei Příšov nur 35 *m* verfrachtet worden sind. Infolgedessen bin ich versucht zu glauben, daß die vorvulkanische Erosion bei den genannten Flüssen sich hauptsächlich als seitliche Erosion offenbarte, welche das Anfangsstadium der Pilsener Mulde schuf, und daß mithin diese Wasserscheiden annähernd eine oligocaene Oberfläche (370 bis 350 *m*) darstellen, die während der neubelebten folgenden Tiefenerosion zerschnitten worden ist. Die Frage, warum

hier in der ersten Periode die Tiefenerosion gelähmt war, in der zweiten aber frisch einsetzte, muss zur Zeit noch dahingestellt bleiben.

* * *

Meine Einwendungen gegen eine verfrühte Annahme von tektonischen Spalten und von Epigenesis in einer bestimmten Schicht lassen erblicken, daß ich einen besseren Erfolg der bisher von den Forschern wenig benutzten Antezedenz[1]) und der im Felde getriebenen Untersuchung der Struktur einer Erosionsfurche zusprechen will. Bei einem allmählichen Heben des Südböhmens konnte die obere Moldau von ihrer Quelle bis Freiberg und noch ein wenig weiter nach Süden nur durch starke Erosion erhalten bleiben. Ebenso können andere anscheinend epigenetische oder tektonische Erscheinungen an den Flußläufen erklärt werden. Das tiefe Einschneiden der Ströme beiderseits des Böhmerwaldkammes läßt sich viel einfacher durch das Heben von Südböhmen begreifen als durch gleichzeitige rasche Erniedrigung der Erosionsbasis an der Elbe und an der Donau. Tektonische Spuren einer solchen Hebung dürfen sowohl in den fränkischen Brüchen, in den Verwerfungen des Budweiser, des Erzgebirgsbeckens und des nordostböhmischen Kreidegebietes, im bayerischen und böhmischen Pfahle, als auch in allen anderen weniger mächtigen, feinen bis feinsten die Gesteine des Böhmerwaldes durchquerenden und nachträglich mit regelmässig auslöschenden Quarzen verkitteten Spalten gesucht werden.

---

[1]) Durch Antezedenz erklärt den Lauf der Flüsse Naab und Regen H. Reck (Die morphologische Entwickelung der süddeutschen Schichtstufenlandschaft im Lichte der Davischen Cyclustheorie, Z. d. d. geol. Ges. 64, 1912).

III.

Příspěvek ku zvláštním sborceným plochám 4. stupně.

Napsal Dr. **Václav Simandl,** s. docent č. techniky v Brně.

Předloženo v sedění dne 28. ledna 1916.

V předložené práci máme na mysli ty sborcené plochy 4. stupně, které obsahují dvě dvojné mimoběžné řídící přímky a jejichž povrchové přímky dají se uspořádati v ∞^1 sborcených přímkových čtyřstranů. Jsou to sborcené plochy 4. stupně, které jsou stanoveny dvěma projektivními involucemi na dvou mimoběžných přímkách, plochy, kterými jsme se zabývali na jiných místech*), a které jsme nazývali P^4 plochami, jakž je též zde budeme nazývati. Práce tato jest doplněním citovaných dvou prací rovněž jako níže citovaná práce »O sborcených hyperboloidech v souvislosti s lineárními komplexy«, kde též se vyskytla plocha P^4. Ku jmenované práci budou se vztahovati úvahy odstavce III., kde zejména bude ukázáno, že plocha P^4 v oné práci se vyskytující jest zcela obecnou P^4 plochou, a že vytvoření její jakožto zobecněného cylindroidu jest speciálním případem vytvoření tam uvedeného.

I.

Buďtež $a_1 b_1$, $a_2 b_2$ dvojinami protějších stran určitého sborceného přímkového čtyřstranu a $a_1' b_1'$, $b_2' b_2'$ jiného čtyř-

---

*) O zobecněném cylindroidu. Rozpravy České Akademie roč. XXIII., třída II., číslo 12.

Příspěvek ku přímkovým plochám 4. stupně, stanoveným dvěma projektivními involucemi na dvou mimoběžných přímkách. Rozpravy Č. Akademie roč. XXIV.. třída II., číslo 22.

stranu té vlastnosti, že oba tyto čtyřstrany mají společné diagonály d_1, d_2. Vrcholy těchto čtyřstranů buďtež postupně vždy čtyři body:

$$A_1,\ B_2,\ A_2,\ B_2;\ A_1',\ B_1',\ A_2',\ B_2'$$

a sice tak, že tyto vrcholy jsou postupně průsečíky vždy dvou přímek:

$$a_1a_2\,,\ b_1b_2\,,\ a_1b_2\,,\ a_2b_1;\ a_1'a_2',\ b_1'b_2',\ a_1'b_2',\ a_2'b_1\,.$$

Buďtež dále Σ, Σ' speciálními svazky ploch 2. stupně procházejících těmito dvěma čtyřstrany. Přiřaďme pak projektivně plochy obou svazků Σ a Σ' kteroukoliv z ∞^1 projektivností, při které plochám svazku Σ degenerujícím ve dvě roviny stanovené vždy třemi body:

$$(A_1B_1A_2),\ (A_1B_1B_2);\ (A_2B_2A_1),\ (A_2B_2B_1)$$

odpovídají projektivně dvojiny rovin:

$$(A_1'B_1'A_2'),\ (A_1'B_1'B_2');\ (A_2'B_2'A_1'),\ (A_2'B_2'B_1')\,.$$

Výtvorem projektivních svazků Σ a Σ' jest plocha 4. stupně, jež dle našeho vytvoření obsahuje přímky d_1, d_2 jakožto přímky dvojné, a dále obsahuje přímky obou sborcených čtyřstranů $a_1b_1a_2b_2$ a $a_1'b_1'a_2'b_2'$. Plocha ta jest nutně plochou přímkovou, ježto z theorie ploch 4. stupně jest známo, že když dvojná křivka plochy není křivkou rovinnou, že tato plocha jest přímkovou. Ježto pak plocha naše obsahuje dva zmíněné čtyřstrany, jest patrno, že jest P^4 plochou. Naopak, vytkneme-li si na P^4 ploše dva její libovolné čtyřstrany, tu vidíme, že lze ku každé P^4 ploše tímto způsobem dospěti.

Zmíněné vytvoření P^4 plochy vede ku existenci ∞^1 prostorových křivek k^4 4. stupně 1. druhu na P^4 ploše té vlastnosti, že každá plocha 2. stupně kteroukoliv z těchto křivek proložená protíná P^4 plochu ještě v jednom z jejích ∞^1 čtyřstranů.

Ku všem ∞^1 prostorovým křivkám těmto dospějeme od libovolného sborceného čtyřstranu na P^4 ploše, když jím prokládáme jednotlivé plochy 2. stupně. Ježto sborcených čtyřstranů jest na P^4 ∞^1, jest ploch 2. stupně těmito čtyřstrany procházejících ∞^2, tedy by se zdálo, že tyto plochy vytínají

na P^4 ∞^2 křivek k^4. Množství toto ∞^2 se však sníží na ∞^1, když uvážíme, že kterákoliv plocha 2. stupně procházející některou křivkou k^4 protíná P^4 ještě v jednom čtyřstranu. Právě jako svazek ploch procházejících některým čtyřstranem vytíná systém ∞^1 křivek k^4, vytíná zase svazek ploch procházejících kteroukoliv křivkou k^4 na ploše P^4 systém jejích ∞^1 čtyřstranů.

Plückerův konoid jest speciálním případem P^4 plochy. Jeden čtyřstran na Plückerově konoidu zastupují obě isotropické přímky v rovině nekonečně vzdálené osou konoidu procházející, obě počítané dvojnásobně. Systém ploch 2. stupně tímto čtyřstranem procházejících jsou rotační válce souosé s konoidem a kružnice v nekonečně vzdálené rovině, jichž středem jest bod osy konoidu. Vytínají tudíž rotační válce s konoidem souosé na tomto systém ∞^1 křivek k^4.

Z úvah těchto nám vyplývá vytvoření Plückerova konoidu z projektivně přiřazeného svazku hyperbolických paraboloidů, majících dvě vrcholové přímky r, s společné, ku svazku rotačních válců s paraboloidy souosých. V projektivnosti té však musí odpovídati paraboloidu přecházejícímu v rovinu přímek vrcholových r, s a rovinu nekonečně vzdálenou válec o nekonečně velikém poloměru, a paraboloidu, přecházejícímu v roviny proložené společnou osou a přímkami r, s, válec ve dvě minimální roviny přecházející. Jinak může býti projektivnost volena libovolně, tedy ještě na ∞^1 různých způsobů.

Toto vytvoření Plückerova konoidu zahrnuje v sobě jako speciální případ, případ uvedený v 5. odstavci zde citované práce: »Příspěvek ku přímkovým plochám«, kde uvažován jest případ, kdy společné vrcholové přímky r, s paraboloidů svazku jsou k sobě kolmé.

II.

Naše P^4 jest stanovena dvěma projektivními involucemi bodovými na mimoběžných přímkách d_1 d_2. Buďtež U_1, V_1 U_2, V_2 samodružnými dvojinami těchto involucí a budiž A_1, B_1 libovolnou dvojinou involuce na přímce d_1 a A_2, B_2 budiž dvojinou involuce na d_2, jež projektivností našich dvou in-

volucí odpovídá dvojině A_1, B_1. Mysleme si pak libovolnou plochu 2. stupně H^2, jež prochází přímkovým čtyřstranem, jehož čtyřmi vrcholy jsou body $A_1B_1A_2B_2$. Ježto dvojic přiřazených dvojin A_1B_1, A_2B_2 jest ∞^1, a každým přímkovým čtyřstranem prochází ∞^1 ploch 2. stupně, existuje ∞^2 ploch H^2. Plochy ty tvoří zmíněný již dříve systém ∞^2 ploch 2. stupně při dané P^4 ploše, jež procházejí čtyřstrany této plochy. Snadno ukážeme, že všecky ∞^2 plochy tohoto systému mají společný polárný tetraedr o vrcholech U_1, V_1, U_2, V_2.

Že dvě protější hrany d_1, d_2 jsou společnou dvojinou konjugovaných polár všech těchto ∞^2 ploch 2. stupně jest přímo patrno. Další dvě protější hrany našeho tetraedru, totiž spojnice bodů U_1U_2, V_1V_2 jsou též dvojinou konjugovaných polár všech ∞^2 našich ploch 2. stupně a to z důvodu, že existují harmonické dvojpoměry $(U_1V_1A_1B_1) = -1$ a $(U_2V_2A_1B_2) = -1$. Podobně to platí též o třetí dvojině protějších hran našeho tetraedru, totiž dvojině dané spojnicemi bodů U_1U_2 a U_2V_1.

Dána-li jest prostorová křivka 4. stupně 1. druhu, tu nazveme společný polárný tetraedr všech ploch touto křivkou procházejících polárným tetraedrem, a kteroukoliv dvojinu jeho protějších hran dvojinou konjugovaných polár této křivky. Vidíme tedy dle předešlých úvah, že pro kteroukoli z ∞^1 křivek k^4 na naší P^4 ploše jest tetraedr $U_1V_1U_2V_2$ tetraedrem polárným.

Každá přímka plochy P^4 protíná libovolnou křivku k^4 na této ploše vždy ve dvou bodech, jsou to totiž ty dva body, které má ona přímka společné s libovolnou plochou 2. stupně proloženou křivkou k^4. Vidíme tedy, že když s libovolného bodu některé křivky k^4 vedeme transversálu ku přímkám d_1, d_2, že tato transversála náležejíc ploše P^4 jest bisekantou křivky k^4.

Můžeme tudíž, ježto řídící přímky d_1, d_2 jsou dvojinou konjugovaných polár kterékoli křivky k^4 vysloviti větu:

Pohybuje-li se přímka po prostorové křivce 4. stupně 1. druhu a dvou jejích konjugovaných polárách, tu vytvořuje P^4 plochu.

Jest patrno, že každou P^4 plochu lze takto obdržeti na ∞^1 různých způsobů, ježto křivek k^4 na dané P^4 ploše exi-

stuje ∞^1. Toto vytvoření P^4 plochy vede též jednoduše ku množství ∞^{15} všech P^4 ploch. Jest totiž prostorových křivek 4. stupně 1. druhu ∞^{16}, každá taková křivka nám pak se svým polárným tetraedrem stanoví tři P^4 plochy. Množství ∞^{16} P^4 ploch, jež by takto vycházelo, jest nutno snížiti o jednu, ježto, jak jsme právě byli ukázali, každou P^4 plochu lze tímto způsobem obdržeti na ∞^1 způsobů. Existuje tudíž ∞^{15} P^4 ploch.

Jako speciální případ poslední věty dostali bychom následující větu o Plückerově konoidu:

Přímka protínající kolmo osu hyperbolického paraboloidu a pohybující se po prostorové křivce, kterou na tomto paraboloidu vytíná libovolný s paraboloidem souosý rotační válec, vytvořuje konoid Plückerův.

A snadno lze nahlédnouti, že každý Plückerův konoid lze způsobem tímto vytvořiti, a sice na ∞^2 způsobů, ježto každou význačnou křivkou k^4 na Plückerově konoidu lze stanoviti na ∞^1 způsobů jako průsek hyperbolického paraboloidu s rotačním válcem.

Přímky plochy P^4 jsouce bisekantami křivky k^4 stanoví v bodech této křivky involutorní korrespondenci [11]. Tato korrespondence není t. ř. osovou involucí na k^4, ježto spojnice jejích odpovídajících bodů vytvořujíce plochu P^4 nevytvořují hyperboloid, jak tomu jest u zmíněných osových involucí.*) Jest pak patrně korrespondence ta jednou ze tří involutorních korrespondencí [11], jež jsou obsaženy v souhrnu všech ∞^1 obecných korrespondencí [11] na křivce k^4. Tyto tři involutorní korrespondence vedou, jak R. Sturm**) ukázal, ku třem přímkovým plochám 4. stupně se dvěma řídícími přímkami, jimiž jest vždy dvojina protějších hran polárného tedraedru křivky k^4. Naše P^4 plocha jest patrně jednou ze zmíněných tří ploch 4. stupně. Vidíme zároveň z toho, že zmíněné tři plochy 4. stupně při každé prostorové křivce 4. stupně 1. druhu se vyskytující nejsou

*) R. Sturm: Die Lehre von den geometrischen Verwandschaften IV. díl pag. 204.

**) Ibidem pag. 210.

obecnými plochami 4. stupně se dvěma dvojnými přímkami, nýbrž P^4 plochami.

Uvažujme všecky P^4 plochy, jež procházejí dvěma libovolnými sborcenými čtyřstrany $a_1 b_1 a_2 b_2$ a $a_1' b_1' a_2' b_2'$ o společných diagonálách $d_1 d_2$. Takových P^4 ploch existuje patrně ∞^1 a tvoří patrně svazek. Ježto na každé z těchto ploch existuje systém ∞^1 křivek k^4, dostáváme tak na všech těchto plochách systém ∞^2 křivek k^4. Křivek těchto jest skutečně ∞^2, neboť žádná z nich nemůže ležeti na dvou různých plochách našeho svazku P^4 ploch. Splývaly by totiž potom tyto dvě plochy. Všecky tyto ∞^2 křivky k^4 mají ∞^3 tečen. Vyplňují tudíž tyto tečny určitý komplex. Komplex tento jest však komplexem tetraedrálním*) o základném tetraedru $U_1 V_1 U_2 V_2$, ježto všecky naše ∞^2 křivky mají tento společný polárný tetraedr: $U_1 V_1 U_2 V_2$.

Můžeme tedy vysloviti větu:

Tečny křivek k^4 všech ∞^1 P^4 ploch procházejících dvěma libovolnými sborcenými čtyřstrany přímkovými o společných diagonálách vyplňují tetraedrální quadratický komplex.

III.

Uvažujme jako na počátku zase dva speciální svazky Σ a Σ' ploch 2. stupně procházejících prostorovými čtyřstrany a_1, b_1, a_2, b_2 a a_1', b_1', a_2', b_3' o společných diagonálách d_1 a d_2. Přiřaďme nyní libovolnému hyperboloidu P^2_{11} svazku Σ vždy dva hyperboloidy P^2_{21} a P^2_{27} svazku Σ', které jsou s hyperboloidem P^2_{11} v involuci, a naopak hyperboloidům svazku Σ' přiřaďme zase dvojiny hyperboloidů svazku Σ, které jsou k hyperboloidům svazku Σ' v involuci.

Dvěma plochami 2. stupně nebo dvěma hyperboloidy v involuci rozumíme takové dva hyperboloidy, které jsou nositeli dvou dvojin hyperboloidových přímkových řad v involuci. Dvěma pak hyperboloidovými řadami v involuci roz-

*) Viz Reye: Geometrie der Lage III. díl. 4. vydání pag. 210.

umíme takové dvě řady, při kterých každá řada s řídicí řadou řady druhé leží v lineárním komplexu.*)

Svazky Σ a Σ' našich ploch 2. stupně jsou k sobě přiřazeny takto určitou korrespondencí [2, 2] jest tedy výtvorem jejich plocha 8. stupně, ukážeme však hned, že tato se rozpadá ve dvě P^4 plochy. Lze totiž naši korrespondenci [2, 2] považovati za souhrn dvou korrespondencí [1, 1] nebo-li dvou obyčejných projektivností. Přímkové hyp. řady ploch svazku Σ tvoří dva svazky hyperboloidových řad, a to jednak svazek řad obsažených v lineární kongruenci $[a_1 b_1]$ a procházejících přímkami a_2, b_2, jednak svazek přímkových řad obsažených v lin. kongruenci $[a_2 b_2]$ a procházejících přímkami a_1, b_1. Označme si symbolicky tyto dva svazky hyp. řad následovně $([a_1 b_1] a_2 b_2)$, $([a_2 b_2] a_1 b_1)$. Zcela analogicky stanoví patrně svazek Σ' svazky hyperb. řad: $([a_1' b_1'] a_2' b_2')$ a $([a_2' b_2'] a_1' b_1')$.

Uvažujme libovolnou hyp. řadu π^2_{11} svazku $([a_1 b_1] a_2 b_2)$, ve svazku $([a_1' b_1'] a_2' b_2')$ existuje pak jediná řada π^2_{21}, jež jest ku řadě π^2_{11} v involuci. Řad π^2_{11} ve svazku $([a_1 b_1] a_2 b_2)$ jest ∞^1, máme tedy ∞^1 hyperboloidů P^2_{11}, jež jsou nositeli těchto řad, a tyto hyperboloidy vyplňují patrně svazek Σ. Podobně máme ve svazku Σ' hyperboloidy P^2_{21}. Ježto každé řadě π^2_{11} odpovídá určitá řada π^2_{21}, odpovídá každému hyperboloidu P^2_{11} svazku Σ určitý hyperboloid P^2_{21} svazku Σ'. Máme tedy zde projektivní přiřazení hyperboloidů P^2_{11} a P^2_{21} svazků Σ a Σ' a jeho výtvorem jest, dle úvah oddílu I. této práce, určitá P^4 plocha, kterou si označíme P^4_1. Tato plocha jest však patrně částí právě uvažované plochy 8. stupně.

Buď π^2_{12} řídicí řadou řady π^2_{11}. Této řadě odpovídá pak ve svazku $([a_1' b_1'] a_2' b_2')$ řada π^2_{22}, jejímž nositelem jest určitý hyperboloid P^2_{22}. Řadám π^2_{12} svazku $([a_2 b_2] a_1 b_1)$ odpovídají řady π^2_{22}

*) Viz 1. odstavec mé práce: O sborcených hyperboloidech v souvislosti s lineárními komplexy. Rozpravy České Akademie II. tř. roč. XXIII. číslo 38. V této práci jest zejména též ukázáno, že v daném speciálním svazku hyperboloidů existují dva hyperboloidy, jež jsou ku danému hyperboloidu v involuci, a že ve svazku hyp. řad existuje pouze jedna řada, jež jest ku dané řadě v involuci. Viz odst. 7. této práce.

svazku ($[a_1'b_1']a_2'b_2'$) neboli hyperboloidy P^2_{11} svazku Σ jsou projektivně přiřazeny hyperboloidům P^2_{22} svazku Σ'. Výtvorem této projektivnosti jest zase určitá P^4 plocha, kterou si označíme P^4_2. Plochy P^4_1 a P^4_2 tvoří dohromady plochu 8. stupně, jež jest výtvorem svazků Σ a Σ' naší uvažovanou korrespondencí [2, 2] přiřazených.

Jako jsme ku ploše P^4_1 dospěli od dvou svazků ($[a_1b_1]a_2b_2$) a ($[a_1'b_1']a_2'b_2'$), tak bychom patrně ku téže ploše dospěli též od svazků ($[a_2b_2]a_1b_1$) a ($[a_2'b_2']a_1'b_1'$). Podobně ku ploše P^4_2, ku které jsme dospěli od svazků ($[a_2b_2]a_1b_1$) a ($[a_1'b_1']a_2'b_2'$), dospěli bychom byli týmže způsobem od svazků ($[a_1b_1]a_2b_2$) a ($[a_2'b_2']a_1'b_1'$). Důvodem ku tomuto druhému stanovení ploch P^4_1 a P^4_2 jest okolnost, že jsou-li dvě řady v involuci, že jsou též jejich řídicí řady v involuci.

Proniková křivka 16. stupně ploch P^4_1 a P^4_2 rozpadává se ve dva sborcené čtyřstrany $a_1b_1a_2b_2$, $a_1'b_1'a_2'b_2'$ a jejich dvě společné diagonály d_1, d_2, z nichž každou nutno počítati čtyřnásobně.

Snadno lze nahlédnouti, že každou P^4 plochu lze způsobem posléze uvedeným stanoviti. Ku dané dvojině dvojných přímek řídicích d_1, d_2 existuje ∞^7 P^4 ploch a ku dvojině společných diagonál d_1, d_2 existuje ∞^8 dvojin čtyřstranů $a_1b_1a_2b_2$, $a_1'b_1'a_2'b_2'$. Vidíme tudíž, že ku každé P^4 ploše dospějeme od ∞^1 různých dvojin čtyřstranů $a_1b_1a_2b_2$, $a_1'b_1'a_2'b_2'$, když přiřazujeme k sobě dvojiny k sobě navzájem involutorních hyp. řad ze svazků hyp. řad těmito čtyřstrany stanovených. Dále jest patrno, že tyto dvojiny čtyřstranů na P^4 ploše tvoří obyčejnou involuci v množství ∞^1 čtyřstranů na P^4 ploše, ježto každému čtyřstranu přísluší pouze jeden čtyřstran té vlastnosti, že spolu P^4 plochu stanoví způsobem uvedeným.

Ježto hyperboloidy P^2_{11} a P^2_{12} jsou v involuci, tu tvoří jejich přímky ∞^1 sborcených čtyřstranů a diagonály těchto čtyřstranů vyplňují určitou sborcenou plochu 4. stupně, jež jest P^4 plochou.*) Tato plocha jest úplně obecnou P^4 plo-

*) Viz 3. odstavec citované již práce: »O sborcených hyperboloidech v souvislosti s lineárními komplexy«.

chou, proto že jest totožná s uvažovanou zde plochou $P_1^{4'}$ Identičnost těchto dvou ploch vyplývá ihned z toho, že mají kromě dvojných řídicích d_1, d_2 a čtyřstranů: $a_1 b_1 a_2 b_2$, $a_1' b_1' a_2' b_2$, též společnou pronikovou křivku ploch P_{11}^2 a P_{12}^2.

V i d í m e t e d y, ž e s b o r c e n é p l o c h y d i a g o n á l v y s k y t u j í c í s e p ř i d v o u l i b o v o l n ý c h h y p e r b o l o i d e c h v i n v o l u c i, u v a ž o v a n é v c i t o v a n é z d e p r á c i, j s o u z c e l a o b e c n ý m i P^4 p l o c h a m i.

Ku každé pak P^4 ploše lze jakožto ku takovéto ploše diagonál dospěti na ∞^2 různých způsobů. Jest totiž ∞^1 dvojin svazků $([a_1 b_1] a_2 b_2)$ a $([a_1' b_1'] a_2' b_2')$, ježto existuje ∞^1 dvojin čtyřstranů $a_1 b_1 a_2 b_2$, $a_1' b_1' a_2' b_2'$ na P^4. jež tam tvoří involuci, jak jsme se právě zmínili. V každé pak dvojině těchto svazků existuje ∞^1 dvojin hyp. řad v involuci, jež vedou vždy ku jedné dvojině hyperboloidů P_{11}^2 a P_{12}^2.

V řadě ∞^1 čtyřstranů uvažujme nyní na naší P^4 ploše, třeba speciálně na ploše P_1^4 t. ř. dva význačné čtyřstrany.*) Buďtež $m_1 n_1$, $m_2 n_2$ dvěma dvojinami protějších hran jednoho z těchto čtyřstranů. Uvažujme nyní libovolnou hyperboloidovou řadu μ_1^2 svazku $([m_1 n_1] m_2 n_2)$, ve svazku $(m_2 n_2] m_1 n_1)$ existuje pak řada μ_2^2, jež jest ku řadě μ_1^2 v involuci. Dvě řady μ_1^2 a μ_2^2 jsou pak dvěma přímkovými řadami téhož hyperboloidu M^2. Máme zde případ, kdy dva hyperboloidy P_{11}^2 a P_{12}^2 splývají v jediný hyperboloid M^2. Dvojiny protějších stran čtyřstranů stanovených dvěma hyperboloidy P_{11}^2 a P_{12}^2 v involuci se nacházejícími leží zde vždy v řadách μ_1^2 a μ_2^2 hyperboloidu M^2. Dospíváme zde tedy ku P^4 jakožto ku zobecněnému cylindroidu stanovenému dvěma projektivními involucemi v přímkách dvou řad μ_1^2 a μ_2^2 téhož hyperboloidu M^2.**)

Jest tedy toto vytvoření P^4 plochy považovati jako speciální případ stanovení této dvěma libovolnými hyperboloidy

---

*) Viz 1. odstavec mé zde na počátku citované práce: Příspěvek ku přímkovým plochám 4. stupně atd.

**) Viz 5. odst. citované zde již práce: O zobecněném cylindroidu.

v involuci. Mysleme si ve svazku hyp. řad ($[m_1 n_1] m_2 n_2$) libovolnou řadu a proložme si křivkou k^4, kterou hyperboloid H^2, který jest nositelem této řady na P_1^4 vytíná, hyperboloid, který obsahuje řadu, jež jest ku prvé v involuci. Hyperboloid ten jest patrně opět hyperboloidem H^2 a vytíná nám na P_1^4 tudíž opět čtyřstran $m_1 n_1 m_2 n_2$. Z toho vidíme, že tento čtyřstran jest v involuci našich čtyřstranů samodružným čtyřstranem.

Vidíme tudíž, že v involuci dvojin čtyřstranů $a_1 b_1 a_2 b_2$, $a_1' b_1' a_2' b_2'$ jsou význačné čtyřstrany plochy P^4 samodružnými čtyřstrany.

Vytínají-li na řídicí přímce na př. na d_1 čtyřstrany tyto dvojiny bodové $A_1 B_1$, $A_1' B_1'$ a samodružné čtyřstrany bodové dvojiny $M_1 N_1$, $P_1 Q_1$, tu jest patrno, že v bodové involuci těchto dvojin na přímce d_1 musí tyto čtyři dvojiny tvořiti harmonický dvojpoměr. To jest, vedeme-li s libovolného bodu přímky d_1 ku těmto 4 dvojinám postupně 4 harmonické body, tu tyto 4 body tvoří harmonickou čtveřinu.

IV.

Stratiotes (Carpolithes) Websteri (Heer) Pot. a jiné rostliny z terciérních jílů klineckých.

Napsal

Dr. Jan Sv. Procházka.

Předloženo v sedění dne 28. ledna 1916.

Roku 1911 vyšla ve Věstníku Král. České Společnosti Nauk zajímavá zpráva p. R. Kettnera o uloženinách třetihorních štěrků a jílů u Sloupu a Klince ve středních Čechách. (Předloženo 13. října 1911.) V jílech klineckých nalezeny více méně pěkně zachovalé zbytky rostlin, z nichž autor sám některé určil. Mezi nimi zajímala mne zvláště semena, určená původně jako *Brasenia.* O tomto určení vyslovil jsem hned z počátku jisté pochybnosti a Dr. Kettner mne vybídl, abych si materiálu klineckého blíže všiml. Zvláště bylo zajímavo, že semena, ať již náležela *Brasenii* či nikoli, nepodobovala se žádným semenům, jež v českém tercieru až dosud byla nalezena. Jsa zaměstnán jinou větší prací palaeobotaniky třetihor se týkající, nedostal jsem se dříve k této věci až teď, kdy si dovoluji podati několik poznámek vyplynulých ze studia řečeného materiálu.

Material klinecký možno dle kvality děliti asi na tři druhy. První druh jílů je materiál světlý, místy zarůžovělý, s otisky listů *Quercus Drymeja, Fagus Feroniae, Taxodium distichum miocenum* a *Salvinia formosa.* Celkem neposkytují tyto jíly nic palaeobotanicky zvláštního. Mezi zbytky z tohoto druhu jílů udává autor svrchu zmíněného pojednání také *Salix macrophylla Heer.* Lze však rozhodně říci, pokud

jde o tento otisk, že se zde stala mýlka, způsobená asi přehlédnutím při určování. Jednalo-li by se zde o *Salix*, mohla by to býti jedině nějaká vrba s listy úzkými, čárkovitými a na okrajích rovnými, kterýžto typ úplně zdá se odpovídati *Salix media Heer Helv.* II. LXVIII. fig. 14 a 15. Tomu obrázku by nejspíše odpovídala base listu; ale všimneme-li si podrobněji base listu na otisku vidíme, že nejeví naprosto tendence ke sbíhání po řapíku, nýbrž že je zaokrouhlena. Tím blížil by se otisk spíše lístkům nějakého *Podogonia*, nejvíce pak *P. latifolium Heer*. Bohužel, nelze věc tak snadno rozhodnouti, protože na otisku schází špička listu (u Podogonia, jak známo, tupá) a mimo to i nervatura není zachována. —

U mnohých otisků ve svrchu dotčeném materiálu nalezených je viděti značný vliv vodního transportu. Ten jeví se zvláště na dvou kusech musejního materiálu, který jsem prozatím ohledával. Zde jsou ve stejném materiálu vtroušeny hojné útržky rostlin, blíže nedefinovatelné, takže odpovídají pravé řezance (Häcksel) ve smyslu Potoniéově (Entstehung der Steinkohle, Flore dévonienne de l' Étage H. etc.). Na jednom z obou zmíněných kusů jsou mimo to viděti ještě dva listy nějaké trávovité monocotyledony, se špatně naznačenou paralellní nervaturou, bez patrnějšího středního nervu. Tím blížil by se tento zbytek ještě nejspíše ze Zabrušan Ettingshausenem popsanému zbytku *Poacites aequalis*, jemuž by též svojí šířkou odpovídal. (Ettingshausen, Flora von Bilin I. pag. 24, Tab. VI. fig. 8.) I tyto zbytky, jako zbytky svrchu zmíněné, jsou charakterisovány příjemnou, temně růžovou barvou. Na jiném materiálu (ze šachty v lese sbíraném montérem Mus. král. Českého Heřmanem), rovněž světlém, ale žlutavého tonu, který je však mnohem chudší na otisky než předešlý, nalezl jsem zbytky rostlinných částí zvláštního habitu. Jsou to tenké, nejvýš 1 *mm* silné, bohatě rozvětvené větévky, nejlépe viditelné na otisku a protiotisku, ale též i v ostatní hmotě, kterou prostupují. Otisk i protiotisk je nejvíce podoben otisku vyobrazenému v Ettingshausenově Flora von Bilin, Tab. VIII. fig. 1. Jiný kousek, vystupující po straně kusu, odpovídá Heerově obrázku ve Flora tertiaria Helvetiae, tab. XLVII, fig. 4, kde je jasně

viděti lomené linie osy, dle které právě dáno otiskům jméno *Potamogeton geniculatus A. Br.* Na větším otisku zdá se mi pak, že možno pozorovati i pošvité base listů, o nichž mluví Heer na str. 102 citovaného spisu.

Tím byly by krátce probrány nejvýznačnější otisky jílů světlé barvy. Zbývá ještě třetí kategorie jílů. Jsou barvy temnější, šedé, prostoupené zuhelnatělými látkami rostlinnými, místy s pruhy temnějšího tonu, na řezných plochách silně mastného lesku.

V tomto materiálu nacházejí se většinou blíže nedefinovatelné otisky listů, nahromaděné na způsob listí, jež se nahromadilo na bahnitém dně vody a zde delší čas leželo. Jediný otisk lépe zachovaný náleží pravděpodobně druhu Ulmus longifolia Ung. Větší neb menší kusy částí rostlinných (stonků?), jež mimo to zde nalézáme, jsou úplně proměněny v uhlí.

Daleko nejzajímavější jsou zde však již svrchu zmíněná semena, která místy v ohromném množství prostupují šedý jíl a dají se z něho dobře vyplaviti.

Semena jsou průměrně 5 *mm* dlouhá, podlouhlá neb vejčitě-podlouhlá, na hřbetě po celé délce nízkým kýlem opatřená (po celé délce tohoto kýlu bývají pravidelně prasklá a následkem toho se snadno rozpadávají). Na povrchu jsou semena rozbrázděná, vrásčitá a drsná.

Semena jsou buď uvnitř prázdná neb vyplněna zvláštní blankou, o níž bude později řeč, nebo konečně bývají vyplněna hlinitými součástkami.

Tato semena původně určena z našeho stanoviště jako Brasenia. Věc mne zajímala a již při zběžném prohlédnutí a srovnání obrázků v Potoniéově Lehrbuchu pag. 329, fig. 332 b viděl jsem, že tato semena nejsou Brasenia, kde jest semeno do špičky protažené, nýbrž něco zcela jiného. Vysvětlení dostalo se mi tamtéž obrázkem fig. 328, 6—10, pag. 326, Stratiotes Websteri (Brongn. pro var.) Pot. z miocenu wetterauského. Tuto fossilii uvádí Unger v Genera et species pag. 506 pod jménem *Folliculites kaltennordheimensis* Zenk. s diagnosou: »F. fructu parvo 3‴ longo 1‴ lato, peri-

carpio parenchymatoso duro oblongo elliptico v. obovato longitudinaliter ruguloso compresso, basi discoidea solidiore incrassata, semine unico, oblongo tenuissimo membranaceo-pellucido.« Je tedy zřejmo, že Unger pokládá tuto fossilii (jež, jak z popisu vysvitá, ve všech detailech souhlasí s naší) za plod s jedním blanitým semenem uvnitř. Popisované zbytky pocházejí z Kaltennordheimu u Eisenachu a Niddy ve Wetterau. Dále shledáváme se s naším semenem pod jménem *Pinus rhabdosperma* u Heera Flora Fossilis Helvetiae I. p. 10, t. XXI, fig. 14. s diagnosou: »Pinus seminibus oblongo-obovatis, longitrorsum striatis«, z dolu Conversion u Paudèze.

Semena tato se ovšem liší ode všech *Pinus* svrchu zmíněných, a i na našich ukázkách zřejmým kýlem. Tato semena uvádí však Heer ještě jednou ve třetím díle na str. 144. z téhož naleziště a rovněž je po druhé vyobrazuje na tabuli CXLI, fig. 68, 69. Oba obrázky úplně odpovídají nálezům klineckým. Heerova druhá diagnosa zní: »Carpolithes fructibus oblongis vel oblongo-obovatis, basi discoidea solidiore incrassata, compressis, longitudinaliter rugoso-striatis, rima longitudinali dehiscentibus, monospermis, semine oblongo.« Také Heer vykládá zbytek, o nějž jde a který přezval *Carpolithes*, za plody s celkem tlustým pericarpem, s podélnou lištnou na břišní straně, podle které plod pukal.

Vnitřek je hladký, vyplněný tenkou blánkou, světlé barvy, průsvitnou. Zenker ji pokládal za míšek (arillus), Heer se domnívá, že je to testa a že ostatní části semena zmizely úplně. O systematickém postavení se Heer nevyslovuje, praví pouze, že podobná semena jsou u některých *Ranunculaceí* (za příklad uvádí Helleborus), avšak pukání prý ukazuje, že tu nejde o semena, ale o plody a mimo to není u jmenovaných rostlin zmíněný krček (nalezený, jak zmíněno, i u našich exemplářů). Také *Mirabilis* Heer uvádí, ale dodává, že zde zralá semena nepukají a že zde schází podélná lištna. Schenk v Zittelově Palaeophytologii uvádí rostlinu pod jménem *Carpolithes Websteri* jako incertae sedis pravě: »Carpolites kaltennordheimensis appellé plus tard par Heer Carpolithes Websteri est de provenance dou-

teuse«. Rozhodně však dle tohoto autora není to rod *Hippophae*, jak tomu chtěl Ludwig (Hippophae dispersa, Ludwig Wetterau).

Teprve Potonié (v. t.) rozeznal správně systematickou příslušnost zbytků, srovnávaje je s recentními a diluviálními semeny *Stratiotes aloides* (diluviální semena Stratiotes aloides pocházela ze známého rašeliniště Klinge blíže Chotěbuzi). Potonié pak nazval zbytky *Stratiotes Websteri.* Na rozdíl od Stratiotes aloides jsou semena Stratiotes Websteri kratší a o něco zavalitější. Na semenech pak rozeznává týž autor vnější a vnitřní (tvrdé) osemení, testu a carunculu. Co by mohla být zmíněná již blanka, domnívám se poznávati z Irmischova pojednání Beitrag zur Naturgeschichte des Stratiotes aloides (Flora 1865, pag. 81, tab. I.). Ačkoliv se zevnější podoby semen, bohužel, mnoho nedotýká, popisuje autor podrobně klíčení této zajímavé rostliny a píše mezi jiným (cituji úplně, poněvadž se domnívám, že tím věc osvětlím):

»Beim heraustreten des Keimlings wird die äussere*) ziemlich harte und spröde braune Samenschale von Micropyleende her der Länge nach gespalten, hält aber an dem entgegensetzten Ende oft noch lange zusammen, und bleibt dann auf der Spitze des Keimblattes sitzen; — — — von einer wesentlichen Bedeutung ist dies aber nicht, da die Keimpflanze ebenso freudig weiter wächst, wenn die Samenschale früh schon abfällt; die zarte weissliche Innenhaut, die den Embryo unmittelbar bekleidete, bleibt beim Keimen in der braunen Schale zurück etc.«

Domnívám se tedy, že také my zde máme vyklíčelá semena řezanu a to ve všech stadiích: jistě s onou právě zmíněnou blankou, i taková, kde blanka již vyhnila a do rozchlíplého obalu dostaly se částečky hlíny, i konečně jednotlivé půlky neb jejich trosky.

---

*) Podtrhuji místa, která se mi zdála pro porozumění problému význačná.

Bohužel zamezily válečné poměry opatřiti si nejnovější literaturu o Stratiotes Websteri. Chtěl jsem tedy míti alespoň recentní semenový materiál na srovnávání. Pokládal jsem to za nutné hlavně z toho důvodu, že bližší údaje, neb alespoň poněkud bližší data o semenech Stratiotes aloides v příručkách i velkých kompendiích botanických bývají naprosto opomíjena. Tak i v tak spolehlivé na př. knize, jako jsou Englerovy Pflanzenfamilie. Tak bylo nejen v literatuře německé, ale i francouzské. Obrátil jsem se tedy nejprv na botanické oddělení Musea král. Českého, kde však jsme s kustodem p. dr. Bayerem ve značně kompletní sbírce semen Stratiotes nenašli. Rovněž záporně mi odpovědělo semenářské oddělení firmy T. O. Weigel v Lipsku. Psal jsem tedy velikým závodům semenářským a zahradnickým, jako jsou Heinemann nebo Haage & Schmidt v Erfurtě; tyto mi však nabízely živé rostliny, ale semena rovněž neměly; obrátil jsem se tedy prostřednictvím závodu V. Frič v Praze na soukromé sběratele, ale i odtud se mi nedostalo příznivého vyřízení, a dopis téže firmy na Bot. museum v Dahlemu byl zodpověděn výzvou, abych se obrátil na botan. sbírky Musea král. Českého.

Pokud se týče vlastních zkušeností, hleděl jsem sám po několik let nalézti semena Stratiotes, který jsem sbíral častěji mezi místy Liebe Seele a Laatziger Ablage na ostrově Volyni v Pomořanech (lisované moje exempláře odtud jsou v Bot. ústavě c. k. české university), zprvu ze zájmu čistě sběratelského, v létě r. 1914 pak již za účelem z práce vysvitajícím, ale ani tu jsem nepochodil.

Není, jak se tedy zdá, podivné mlčení knih o semenech řezanu, neboť asi většina autorů semen neznala. Stratiotes nyní se rozmnožuje hlavně vegetativně a v celých krajinách scházívá v jednom neb druhém pohlaví. V tomto shodují se autoři a udávám zde pouze St. Endlichera, který praví v Genera plantarum na str. 162: »Feminae a muribus longissimo saepe intervallo remotae, unde multiplicatio per semina rarior, per stolones frequens et copiosa.«

Tento fakt tím ostřeji vystoupí, uvážíme-li, že na nalezištích tercierních nalézáme semena Stratiotes ve velikém

množství pohromadě (jako důkaz, že rostlina v této době hojně fruktifikovala) a že konečně i z doby diluviální nejsou semena jeho vzácností. Nezdá se mi tedy smělo vysloviti domněnku, že Stratiotes sdílí osud Trapa natans a Taxus baccata a že jej nutno zařaditi mezi rostliny z Evropy ustupující.

V.

Cytologické příspěvky k morfologii a aetiologii t. zv. involučních a degeneračních tvarů u bakterií, jakož i jich rozvětvování.*)

Z bakteriologického ústavu c. k. české vysoké školy technické v Praze.
Přednosta: Prof. Dr. A. Velich.

Napsal **Dr. Adolf Ambrož,** assistent ústavu.

Předloženo dne 24. března 1916.

I. Část deskriptivní.

Při pokusech o vypěstování čisté kultury Azotobakteru z půdy na t. zv. mannitovém agaru objevily se na plotnách kromě typických kolonií tohoto mikroba též i jiné kolonie, které zběžně jsem rovněž podrobil mikroskopickému vyšetření. Pozornost moji upoutaly kolonie tvořené relativně velikým mikrobem, kterého chtěl jsem použiti právě pro jeho dimense ke kontrolním pracím o vnitřní struktuře u bakterií.

Pěstěním na různých půdách výživných a zjištěním morfologických a physiologických jeho vlastností jsem dospěl k názoru, že jedná se o nějakou varietu druhu Bac. megatherium, a skutečně byl tento názor později potvrzen kontrolním srovnáním s typickou kulturou Bac. megatherium, jíž se mi dostalo laskavostí professora Dr. Krause ve Vídni.

Při pěstování tohoto mikroba na glukosovém agaru obdržel jsem množství forem nápadně se lišících od normální

*) Stručný extrakt této práce vyšel jako otisk přednášky konané autorem 2. června 1914 na V. sjezdu českých přírodozpytcův a lékařů ve Věstníku sjezdovém na str. 351.

formy bacilla na obyčejném agaru. Tvary ty byly plny světlolomných tělísek různého tvaru a velikosti. Pravidelné objevování se těchto forem na této výživné půdě vedlo mne k myšlence kritického zpracování otázky morfologie a aetiologie těchto forem dle běžného rčení v literatuře bakteriologické označovaných jako formy involuční, nebo terratologické (Maasen).

Při studiích v tomto směru podařilo se mi dospěti k výsledkům, které pokládám za příspěvek a povzbuzení k dalším pracím o tomto vysoce zajímavém thematu v biologii bakterií vůbec.

Vývojový cyklus bacilla mnou vypěstěného lze znázorniti dle mých pozorování takto:

A. Klíčení spór.

a) V nezbarveném praeparátě — in vivo. Kultura bacilla na obyčejném agaru, stará 2 měsíce; při mikroskopickém vyšetření samé spóry, jen pořídku nějaké vegetativní individuum se zřejmým charakterem degenerace (dlouhá hyper- nebo hypochromatická vlákna). Částka kultury rozmíchána do kapky kondensační vody z čerstvého agaru masopeptonového nebo glukosového*) na krycí sklíčko a provedeno pozorování ve visuté kapce při 37°.

Po jedné hodině lze při této temperatuře pozorovati počátky změn ve spórách. Některé spóry, které původně byly poměrně malé (obr. I. 1.) (š. 2 μ, délky 3·5 μ) a silně lámaly světlo, ztratí nápadně svůj lesk, membrána na pólech zdá se lesklejší a tlustší a zvětší se (zduří) o dobrou polovinu svých dimensí. V této asi době počne se uvnitř objevovati hmota tmavší vyplňující téměř celou spóru, která v určité době opouští obal prasklý obyčejně na jednom pólu. Klíčení děje se tedy převážně polárně, ač pozoroval jsem zhusta i klíčení aequatorialní. (Viz tab. 1., obr. I. 14., IV. 20.). Individuum vyšlé ze spóry rychle dorůstá do velikosti normálního bacilla a čile se dělí. V první době dorůstání a i ještě v době dělení jeví vzhled homogenní bez jakékoliv strukturelní differenciace,

*) Podotýkám, že v kondensační vodě agaru glukosového mi vyklíčily spóry vždy daleko dříve.

pouze v době dělení lze pozorovati lesklé zrnéčko ve středu vyrůstající v pozdější přepážku. Starší individua jsou již plna menších i větších silně světlo lámajících zrnéček.

b) Nejlépe lze viděti poměry vnitřní differenciace při germinaci spóry na praeparátu barveném. Pozorování činil jsem na objektech barvených 1. en état vivant — neutrální červení 1:2000 — nebo Fickerovým roztokem methylenové modři (1:10.000 + 1% acid. lacticum), nebo brillant-kresylovou modří přischlou na sklíčko dle Amata (5), 2. na objektech fixovaných buď vysušením (teplem) nebo horkým Schaudinnem (alkohol absol. + konc. sublimat), nebo pouze alkoholem nebo konc. sublimatem, aneb konečně Flemmingem. Obrazy byly při stejném barvení při všech těchto modech fixace tytéž. Tinkce dála se dle Ernsta (methyl. modř + Bismarckova hněď) zředěným fuchsinem a dle Giemsa-Romanowski-ho.

Při pozorování za živa barvením vitalním neutralní červení byly poměry při klíčení následující:

Spóry původně silně světlolámající nebarví se vůbec tímto barvivem (obr. I. 1.), někdy vnější membrána spóry (exina) slabě se zbarví do hnědočervena a obsah spóry vystoupí jako silně světlolomné zelenavé tělísko (obr. I. 2.). Po jedné hodině při 37° C vidíme, že většina spór ztratila svůj silný lesk a zvětšila své dimense. V některých spórách spatřiti lze zrnéčko v podobě tečky, tmavší, zbarvené slabě žlutohnědě (obr. I. 3.), v některých spórách jsou zrnéčka již větší slabounce špinavě žlutohnědě zbarvená (obr. I. 4.); větší zrnéčka lámou slabě světlo a pouze kontury jich jsou tmavěji zbarveny, při čemž tělo spóry je rovněž slabounce diffusně zbarveno špinavě červenohnědě.

Toto zrnéčko se zvětšuje (obr. I. 5.) a pak bývá většinou již uloženo excentricky, a to buď aequatorialně (obr. I. 6.) nebo polárně (obr. I. 9.), což, jak dále vylíčím, nasvědčuje budoucímu modu vyklíčení. Někdy vzroste toto zrnéčko tak, že vyplní celou spóru (obr. I. 8.) a může rovněž býti excentrické (obr. I. 7.). V stadiu velikosti obr. I. 5. barví se již zrno to intensivně červenohnědě. Když zrno vzrostlo do určité velikosti, vynikne z exosporia ven; toto otevírá se (ať už prasknutím na basi čistě mechanické, nebo gelifikací —

snad působením nějakých enzymů tvořících se uvnitř v mladém individuu*), jak vidno z obrázků, různým způsobem. Tak obr. I. 9., 11., 13. a 15. nasvědčují klíčení polárnímu, obr. I. 6., 12. a typický obr. I. 14. klíčení aequatorialnímu; obr. I. 10. ukazuje typ klíčení spór, při němž nastane pásovité roztržení exosporu v rovníku a obě poloviny exosporu zůstávají jako čepičky na pólech individua. Jak vidno, je způsob germinace spór u tohoto bacilla nestejný a nedá se uvésti na jednotný typus. Proto také srovnávám se s názorem Mühlschlegel-ovým (135), který tvrdí oproti stávajícímu přesvědčení, že znaky klíčení spór nemají následkem variability žádného diagnostického významu, jaký jim připisuje Burchard (26). Ostatně sám Grethe (67) nalezl u blízce zpřízněných druhů značné rozdíly v klíčení spór a Caspari (30) zjistil variaci germinačních modů u téhož druhu. Aspoň myslím, že u takového druhu bacilla, jako je tento mnou popsaný, u něhož jsem nalezl jmenované dva typy klíčení (polární a aequatorialní) téměř stejně zastoupeny, neplatí ohražení Migulovo (130) l. c. p. 120.: »Auch bei Arten mit konstanter Austrittsstelle des Keimstäbchens kommen nicht selten Ausnahmen vor, aber diese Ausnahmen bilden doch keinen Grund, die Art der Keimung als Merkmal ganz zu verwerfen.«

Rovněž Lehmann-Neumann (106) poukazují na nespolehlivost způsobu klíčení jako znaku differencialně-diagnostického; l. c. p. 16. praví: »Sicher hat aus all diesen Gründen die Art der Sporenkeimung zwar eine erhebliche, aber allermeist weder eine ausschlaggebende, noch gar eine zur Artcharakterisierung hinreichende Bedeutung.«

Podobně soudí též Gottheil (64).

Při vitálním barvení methylenovou modří nebo brillantkresylovou modří jest obraz týž, pouze zbarvení je modré resp. fialové (obr. II. 1.—6.). Také na praeparátech fixovaných a barvených zředěným fuchsinem jsou obrázky tytéž, až na to, že zbarvení je červené.

*) Dle mého mínění jedná se asi o vlivy mechanické, snad turgor vzniklý uvnitř spóry tím, že embryo přijímá zvenčí vodu. Hlavně obrázky na tab. I., III. 6.—8. a V. 1.—4. nasvědčují mechanickému pukání.

Při barvení methodou Ernstovou jsou pochody chemické přeměny látkové ve spórách velice dobře nuancovány. Zajímavo jest, že, podobně jako Mühlschlegel (135), obdržel jsem pěkné obrazy i při zahřátí Loefflerovy modře do varu. Kolorimetrická stupnice chemické přeměny spór při klíčení při jiných pozorováních je v podstatě stejná; spóry uzralé, u nichž nejeví se ještě počátky přeměny chemické, jsou zbarveny kontrastním barvivem (hnědí bismarckovou) žlutě s tmavšími konturami; spóra, u níž počíná přeměna chemická, je bleděmodrá s blanou hnědočervenou a další stadium vývoje obsahuje modré zrnko v bledě modrém nebo nazelenalém ostatním obsahu spóry, jejíž kontury jsou hnědočervené. Tmavomodré zrnéčko vzrůstá až do určité velikosti a nabývá barvy resultující z tmavomodré a žluté, t. j. barvy špinavě temněžlutozelené. Individuum vegetativní barví se pak (ovšem dle délky doby kontrastního dobarvování) žlutozeleně až žlutě.

Při barvení Romanowskim barví se spóra zralá bleděmodře, v pozdějším stadiu barví se centralní zrnéčko (obr. III. 1.) fialově, obal spórový růžově; zrnéčko se zvětšuje a jeví během vývoje stupnici zabarvení od fialové do modré a vyznačuje se značnou světelnou lomivostí. Blána spóry zůstává slabě růžovou. (Obr. III. 4—8.) Na spóře polárně pukající patrný roztrhaný okraj (obr. III. 6.—8.), Individuum vegetativní barví se fialově (obr. III. 9.). Zajímavé obrázky (obr. III. 2.—3.), které se mi podařilo touto methodou velice zřídka najíti, a které velice upomínají na klíček v semenu rostlinném, dojdou vysvětlení v následujícím.

Nejzajímavější obrázky jsem obdržel, kdy barvil jsem praeparáty silným roztokem jodkalia; barvení i fixaci prováděl jsem najednou a to tím způsobem, že jsem partii spórového materialu naočkovaného do výživné půdy při 37° C po určité době direktně přenesl do kapky jodjodkaliového roztoku (5 : 10 : 100) na podložním skle, pokryl sklíčkem krycím a pozoroval. Již po jedné hodině na glukosovém agaru při 37° C obdržel jsem vždy takové množství nejrůznějších stadií vývojových, že bylo mi velice snadno vykombinovati vývojovou řadu znázorněnou na obr. IV. 1—20.

Především najdeme spóry malé, silně světlo lámající, s trochu diffusním žlutým zabarvením (obr. IV. 1); první stupeň vývoje je objevení se tmavšího centrálního zrnéčka ve zvětšené spóře světle žlutě diffusně zbarvené s tmavšími konturami (obr. IV. 2.). V dalším vývoji zvětší se toto centrální zrnéčko, je zbarveno žlutě a lomí světlo (obr. IV. 3.). Od tohoto zrnéčka vychází v dalším stadiu (obr. IV. 4—6.) zvláštní zřetelně differencovaný ocáskovitý výběžek s kurvaturou sledující z počátku stěnu spóry (exosporium), později více zakřivenou zpět k centrálnímu zrnéčku (východisku), s nímž zdá se v dalších stadiích splynouti (obr. 7—13.). Z počátku obzvláště jeví se frappantní podobnost s počátky embrya ve vajíčku, s nímž možno celý tento útvar bez obavy před výtkou fantasie analogisovati.

Z literatury jest mi známo něco podobného pouze v práci Georgevitch-ově (62a). Tento badatel pozoroval ve svých praeparátech obrazy reprodukované na tab. I. obr. VI. 23—27a 31—39., k nimž podává následující výklad: Spóra uvolněná ze sporangia má dvě membrány, v něž však se obal spóry differencuje teprve při klíčení; *ektosporium* nasedá na *endosporium* v podobě jedné nebo dvou polárních čepiček, které se mohou na témž individuu lišiti i velikostí (na př. obr. VI. 34.), ostatní část ektosporia je těsně přitisklá k endosporiu. V tomto stadiu barví se celá spóra anebo aspoň její periferie intensivně, z čehož prý je vidno, že barvivo může procházeti obalem spórovým; l. c. p. 159. »Es waren also nicht die Sporenhüllen jenes Hindernis der Sporenfärbung, sondern die Sporangienwände selbst. Denn kurze Zeit nachdem die Spore ihr Sporangium verlassen hat, färbt sich die Spore intensiv, obgleich sie noch immer von ihren Hüllen umgeben ist.«

V protoplasmatu spóry objeví se na polech dvě větší gentianovou violetí intensivně se barvící zrnéčka (obr. VI. 35.), někdy se objeví tato zrnéčka též na polech kratší osy spórové (obr. VI. 36); na tomto obrázku je patrný vznik těchto zrnéček nahromaděním protoplasmatu po stranách spóry; kromě toho lze viděti na obou stranách tohoto protoplasmového nahromadění po jednom konickém výběžku chromatické hmoty, který směřuje do středu spóry. Dalším hro-

maděním chromatinové hmoty prý se jistě utvoří přepážka rozdělující spóru ve dva oddíly nestejné velikosti. V obr. VI. 37. je prý další stadium, v němž je znázorněna polokruhovitá linie z hmoty chromatinové a lze viděti zde též dvě chromatinová zrnéčka, jimiž byla ona linie utvořena. Na obr. VI. 39. lze viděti tvoření nepravidelné obloukovité linie z podobných chromatinových zrnéček. Srovnáním těchto obrázků lze prý viděti, jak povstává onen kroužek (»Kreis«) nebo spíše chromatinový měchýřek (»das chromatische Bläschen«) znázorněný na obr. VI. 31. To vysvětluje Georgevitch l. c. p. 160. následovně: »Wir haben uns nur vorzustellen, dass die Anhäufung der chromatischen Substanz in zwei verschiedenen Richtungen von den erwähnten konischen Vorsprüngen aus erfolgte (obr. 36), wodurch eine konvexe Querwand und eine Bogenlinie gebildet wurden, und wir bekommen ein chromatisches Bläschen, wie es in Fig. 31. abgebildet ist. Für die chromatische Natur dieses Bläschens spricht seine Eigenschaft, sich intensiv zu färben, während der Bläscheninhalt ebenso wie die Spore selbst viel heller gefärbt wird. Wird dagegen die Spore mit konzentrierter Lösung von Gentianaviolett behandelt, so färbt sich das ganze chromatische Bläschen intensiv dunkelrot, und macht den Eindruck, als ob in der betreffenden Spore ein grösseres, chromatisches Körnchen gebildet wurde (Fig. 32.).

Durch weiteres Wachstum dieses chromatischen Bläschens wird ein Keimling gebildet, welcher allmählich den ganzen Raum der Spore einnimmt. Dadurch werden die Sporenhüllen stark gespannt, weshalb die aus dem Ectosporium gebildeten Kappen nicht mehr an den Polen der Spore sichtbar werden.«

Výklad zajímavých těchto obrázků Georgevitchových jest nutno však důkladně pozměniti.

Především není mi jasno, proč by se mělo již v těchto prvotních stadiích germinace spórové odchlipovati ektosporium a to nota bene způsobem takovým, jak je znázorněno na obrázcích? Proč odchlipuje se pouze na pólech, nikdy ne aequatorialně, a proč u některých spór pouze na jednom pólu, anebo na obou pólech různou velikostí? Myslím, že správnější bude výklad ten, že tyto ‚ektosporové čepičky‘

jsou zbytky spórotvorného individua (sporangia), které po zvětšení volumu spórového během germinace (známého to úkazu) vypadají pak relativně menší; a ostatně je známo, že se zbytky těla mateřského individua během doby po uzrání spóry scvrkují. Ostatně upomínají obrázky Georgevitchovy silně na můj obr. I. 10., který jistě nelze vykládati odchlípením ektosporia.

Kdo čte dřívější stať práce Georgevitchovy o tvoření spóry, mohl by se domnívati, že výklad jeho o ektosporiu je správný, kdyby přesně nekontroloval jeho údaje s přiloženými obrázky. Georgevitch totiž pozoroval, že tvorbu vlastní spóry předchází nejprve odsegmentování polární části bacillu, v níž utvoří se měchýřek (‚Bläschen‘), který odcestuje od fertilního pólu směrem k pólu sterilnímu; v tomto měchýřku, který zove ‚Vorspore‘, vytvoří se teprve vlastní spóra, která pak leží ve ‚Vorspore‘ jako v nějaké vakuole (obr. VI. 23., 24.). Na pólech spóry nachází se světlé poloměsíčité spatium, kdežto boky spóry jsou těsné, přitisklé ku stěnám ‚Vorspory‘ (obr. VI. 23). L. c. p. 157. praví dále: »Die definitive Spore erscheint in diesem Stadium von einer, anscheinend einfachen Kapsel umgeben, welche die Form des Bacillus selbst hat, und an ihren Polen je einen protoplasmatischen Meniscus besitzt« . . . . (zbytky bacilla!) . . . . . a dále (ibidem): »Diese Kapsel der definitiven Spore besteht demnach aus zwei Schichten: aus einer inneren, elliptischen Schicht, welche die periphere Wand der Vorspore darstellt, und aus einer äusseren Schicht, welche aus den Bazillenwänden selbst gebildet ist.«

Z řečeného dalo by se snad souditi, že ono dříve jmenované ektosporium by odpovídalo periferní stěně ‚Vorspory‘ (vakuoly spórové), a tato stěna že by mohla tvořiti ony čepičky; tomu však odporují obrázky VI. 25—27., kde je vidno, že zralá spóra vylézá z prasklé ‚Vorspory‘ úplně ven, takže by se tato nemohla súčastniti tvorby čepiček.

Autor tvrdí, že spóra nebarví se proto, že brání stěny sporangia vnikání barviva do spóry. Již dávno se upustilo od tohoto názoru, když už ani bacillům tuberkulosním se nesupponuje neproniknutelnost obalu voskového, a přijat obecně

náhled poprvé Spinou (176) a to již r. 1883 proslovený a experimentálně doložený, že supposice taková je zřejmě nesprávnou.

Neproniknutelnosti membrány odporují tyto nálezy: *a)* Nově utvořené spóry v individuu, u nichž ještě není vytvořena žádná membrána, se již nebarví barvivy, kterými se barví ostatní tělo bacilla. To viděti na obr. tab. I., VII. 21—26. To potvrzují nálezy Mühlschlegela, Bunge. (25) *b)* Bunge (l. c.) a A. Meyer i já nalezli, že může se i zbarviti membrána spóry, aniž by se vnitřek spóry zbarvil. A konečně *c)* může se již intensivně barviti vnitřek spóry při neporušené dosud membráně, jak na to poukázal Grethe a jak vidno z mých obrázků (Tab. I., I. 8, III. 4·5, VI. 23—24 atd.) a zvláště z celého vývojového pochodu tvoření embrya. (Tab. I. I., II., III., IV.)

Spóra povstává zhuštěním (koncentrací) barvitelné hmoty sporulujícího individua. Na tento fakt poukázala již celá řada autorů. Hmota budoucí spóry prodělává chemickou přeměnu látkovou, jejímž výsledkem je substance nebarvící se obyčejnými barvivy (dle Růžičky achromatická substance — linin). Gotschlich (65 p. 53) praví o tomto úkaze: »das Verschwinden der Chromatinfärbung lässt sich vielmehr auch durch Ausbildung der Sporenmembran und durch die Durchtränkung der Spore mit Fettsubstanzen (wie solche analytisch in den Sporen nachgewiesen sind) erklären«.

Myslím, že oba tyto názory dají se docela dobře spojiti.

Spóra vzniká koncentrací chromatinové (barvitelné) hmoty. Jakožto útvar sloužící »zachování druhu« (jak výslovně vytýká Kruse (101) na rozdíl od názorů považujících spóru za orgán fruktifikační), musí spóra v sobě obsahovati zhuštěnou hmotu budoucího individua vegetativního, tudíž i látky reservní, z nichž v první řadě sluší pomýšleti na tuky z analogie u ostatních orgánů sloužících »zachování druhu« v říši rostlinné i živočišné. Skutečně také (jak již svrchu uvedeno) analyticky byly tuky ve spóře zjištěny.

Že onen chromatin přešlý do spóry skutečně též svou hmotu chemicky mění, a že není neprostupnost membrány vinna nemožností jeho zbarvení, dá se velice snadno dokázati tím způsobem, že zralou spóru rozbijeme (rozdrtíme);

obsah spórový se ani po rozdrcení membrány nezbarví obyčejnými barvícími methodami.

Spóra, jakožto orgán sloužící zachování druhu — udržující život druhu — musí býti živá; i při t. zv. latentním jejím životě musíme předpokládati u ní byť i jen minimální dýchání a výměnu látek. V tomto případě musí obsahovati 1. vodu a 2. reservní látky.

Co se týká reservních látek zmínil jsem se o nich dříve. Vodu pak spóra rovněž obsahuje, byť i malé množství.[1]) Aby pak se tato k životu potřebná voda všechna nevypařila za nepříznivých podmínek životních, jimž spóry jsou vystaveny (vysušení a pod.), musí membrána spóry býti dosti mocná.

Že však mocnost membrány není tak veliká, aby bránila průchodu barviv, dokazuje však již ten fakt, že spóry přenesené do příznivého media ihned vyklíčí, tím že z venku přijímají vodu a látky potřebné k vývoji.

Co se týká oněch obloukovitých útvarů a zrnéček, tvrdí Georgewitsch, že hromadí se chromatinová hmota ve dvou protivných směrech, utvoří se obloukovitá linie a posléze povstává měchýřek, který je základem nového individua. (Viz tab. 1. VI. 35—38.)

Jak vidno z mých obrázků (tab. 1. III., IV.) podařilo se mi nalézti u mého objektu pozorování velice podobné obrázky.

---

*) Pokusy Haasovými, že bílkovina zbavená ve vakuu vody koaguluje teprve při 170° byl přiveden Lewith (109) na myšlenku, že i plasma spórové děkuje svou resistenci vůči vyšším teplotám menšímu obsahu vody. Srovnávacími pokusy s vaječným bílkem dospěl k resultátu, že i bílkovina chudá na vodu (tedy nejenom úplně vody zbavená) nekoaguluje při obyčejném stupni koagulace; tak stanovil pro bílek vaječný se 6% vody koagulační temperaturu přes 145°, s 18% vody mezi 88—99°, s 25% mezi 74—80°.

Z těchto nálezů dedukuje Lewith, že asi stejným způsobem chová se spórové plasma vůči vyšším teplotám a vysvětluje úkaz, že spóry vydrží daleko spíše suché tep.o, nežli působení páry tím, že jich plasma málo vody obsahující později koaguluje při suchém teple, nežli v páře, ježto v horké páře vodní spórové plasma nepatrné množství vody mající z páry vodu do sebe přijímá membránou změklou a propustnou účinkem páry.

Své obrázky vysvětluji si následujícím způsobem:

Jak již uvedeno, vzniká spóra koncentrací hmoty vegetativního individua, hmoty to intensivně se barvící obyčejnými anilinovými barvivy. Nezralá spóra (»základ spórový, Vorspore, Prospora etc. autorův«) barví se intensivně obyčejnými barvícími methodami ještě tehdy, když již nabyla velikosti a tvaru spóry; avšak stadium »zrání spóry« provázeno jest chemickou přeměnou hmoty její, jak patrno z toho úkazu, že hmota spóry ztrácí svou barvitelnost, stává se lesklou a vytváří membránu. Pouze zvláštními encheiresami jest možno zralou spóru učiniti přístupnou barvení (specifické barvení na spory!).

Latentní život odpočívající spóry neprojevuje se na venek za použití známých nám method mikroskopických žádným způsobem, až teprve při klíčení spóry. První známkou počínajícího aktivního života je opětná chemická přeměna hmoty spórové jevící se v přeměně dříve nebarvitelného obsahu spórového v hmotu přístupnou barvení: prvním projevem jejím je objevení se barvitelného granula ve spóře, které značí východisko této přeměny.

Z analogie tvoření klíčku u rostlin nebo embrya ve vajíčku možno si představiti, že také vývoj zárodku ve spóře rovněž se děje postupně, v etappách, nikoliv najednou. Objevení se chromatinového zrnéčka je prvním projevem látkové přeměny, a od tohoto zrnéčka jako podnětového centra šíří se snad vývojové podráždění postupně v celé hmotě spórové. Našimi methodami jeví se tento postup v našem případě vytvořením barvitelného obloukovitého útvaru počínajícího u onoho granula, sledujícího postupně stěny spórové, až opět končícího u granula, spojujícího se konečně v souvislý měchýřkovitý útvar — »embryo«. Možná, že bere se tento pochod přeměny látkové projevující se přibýváním barvitelné substance proto nejprve u stěn, jelikož tyto periferní partie spórové hmoty jsou nejblíže zdroji výživy a vývojového podnětu ze zevnějška přicházejícího v podobě příznivých podmínek životních, potřebných k vyklíčení spóry, a teprve později přeměňuje se i ostatní vnitřek obsahu spóry.

B. Stadium vegetativního vývoje a tvorba spór.

Za příznivých podmínek životních probíhá vegetativní vývoj bacilla velmi rychle. Co se týká podmínek výživy, nalézá bacillus vhodné medium výživné v obyčejném masopeptonovém agaru, agaru dle CANTANIHO,*) agaru glukosovém a mannitovém, — na nichž hlavně jsem jeho vývoj studoval. Pěstován byl aerobně (jest striktně aerobním mikrobem). Nejvhodnější temperatura jest kolem 37° C.

Nejbujnější a nejrychlejší vzrůst jeví náš bacillus na obyčejném masopeptonovém agaru a agaru dle CANTANIHO.

I. Obyčejný masopeptonový agar.

Již po 1 hodině (jak bylo vylíčeno v kapitole o klíčení spór) jeví se ve spórách na tomto agaru první počátky differenciace. Tvorbu embrya až do vyklíčení vylíčil jsem dříve, proto jen stručně ještě o ní pojednám s ohledem na modus barvení, kterého jsem použil zde ku zjištění vegetativního vývoje.

Praeparáty jsem v tomto případě fixoval sublimatem a barvil velice zředěným fuchsinem (fixovaný praeparát na krycím sklíčku vložil jsem do kapky barviva na skle podložním a v ní pozoroval).

Právě jako již dříve při studiu klíčení spór byla částka kultury obsahující hojně spór**) vařena ve vodě 2 minuty, aby byly eliminovány vegetativní formy, a přenesena na agar. Po 1 hodině při 37° C pozoroval jsem již prodromalní zjevy germinační. Spóry dříve silně světlo lámající, bezbarvé (pouze některé s růžovým nádechem exiny) jevily nápadné zduření a ztrácely lesk. Tu a tam některá obsahovala již malou nezřetelně ohraničenou růžovou tmavší skvrnu (tab. I., VII. 2.); v dalším vývoji — ale při tomto barvení pouze v omezeném počtu případů — nalezl jsem i obrázky (tab. I., VII. 3.) zřetelně upomínající na obrázky již dříve v kapitole

---

*) Agar + 0·5—0·75 glycerolatu (v tomto případě ascites + glycerin āā starý 4 neděle) viz CANTANI (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. 53. 1910.)

**) Podotýkám, že staré kultury agarové sestávaly téměř ze samých spór.

klíčení spór uvedené jako počátek embrya. Konečně barví se uvnitř spóry celé embryo krásně růžově, tlustá membrána sytě červeně a embryo vyklíčí z puklého obalu ven (tab. I., VII. 4.); membrána — resp. skořápka spóry — objímá ještě dlouho nové individuum. Velice často dělí se již bacillus a na jednom pólu má ještě onu skořápku (tab. I., VII. 7), ba velice hojné jsou případy, že ona skořápka objímá pól diplobacilla s úplně již vyvinutými spórami (tab. I., VII. 25.).

Nové individuum vylezlé právě ze spóry (embryo) barví se zprvu homogenně červeně, bez zvláštní differenciace (tab. I. I. 9., 11., 12., 13., 14., 15.), avšak brzy počne se jeho obsah rozlišovati, zprvu v tom směru, že v plasmatu objeví se nepravidelně ohraničené tmavěji růžově až červeně se barvící skvrny (tab. I., VII. 4.), které se zveličují a zmnožují (tab. I., VII. 5., 6.), a konečně při náležitém zředění barviva objeví se krásná síťová struktura, s tmavěji růžově se barvící sítí, v jejíž okách uložena jsou tmavě červená granula různých dimmensí a s naznačenými již přepážkami probíhajícího dělení individua (tab. I., VII. 7., 8.)

U individua s náklonností k rychlé sporulaci zveličují a zmnožují se tato granula chromatická, takže individuum takové je plné chromatinových červeně zbarvených granulí různých velikostí, která později dávají z většiny vznik spóře.

U individuí s náběhem k čilému vegetativnímu rozmnožování dělením jsou poměry trochu jiné. Obr. 9., 10. a 11. na tab. I. VII. znázorňuje vznik takového dělení. V individuu velice zředěným fuchsinem diffusně růžově zbarveném nejeví se žádná granulosní ani síťovitá differenciace, pouze jednotlivá zrnéčka asi v polovici individua na místě pozdější přepážky, a to periferně u membrány, jak vidno z obrázků, kde zrnéčko přiléhá zdánlivě ku stěně — tedy excentricky. Toto zrnéčko vysílá pak přepážku dělící individuum ve dvě nová, jak poprvé popsal Růžička (162a), po něm Guilliermond (71b) a já (6a), a která od některých autorů považují se za jádra. V místech přepážky nahromadí se větší množství chromatinu, přepážka rozdělí se longitudinálně ve dvě (obr. 20., 25. b c), a zbytky chromatinu resp. hmoty přepážkotvorné lze spatřiti na pólech individuí právě od sebe se oddělivších.

Tvorba spór jeví se při tomto způsobu barvení jako nahromadění granulí chromatinových na pólu spórotvorného individua a konfluencí jich zprvu v dosti nepravidelně ohraničenou hroudu jevící z počátku ještě granulovanou strukturu poukazující ku svému původu. Útvar ten během dalšího vývoje se zakulacuje a zveličuje do podoby budoucí spóry, stává homogenní a ještě stále se intensivně barví. Konečně ztrácí na barvitelnosti (tab. I. VII. 19., 20.), stává se lesklým a světlolomným a při ukončení svého vývoje se jeví jako eliptické silně světlolomné, uvedeným způsobem již se nebarvící tělísko uvnitř individua. Zbytky nespotřebované chromatinové hmoty mohou se ještě v podobě barvitelných granulí udržeti v individuu mimo spóru.

Zajímavé obrázky tab. I. VII. 15., 16., 17., 18. úplně se shodují s obrázky popsanými Růžičkou (162c) a vysvětlovanými autogamií; hlavně zřetelně vystupuje chromatinové vlákno spojující základy spór v obr. 16. při nedokončeném processu tvorby přepážky, jakož i brejlovité útvary spórových individuí (obr. 26. a c e), právě jak je popisuje i kreslí Růžička (l. c.).

Za poměrů, za nichž pěstoval jsem svého bacilla, děje se vývoj od spóry do spóry téměř bouřlivě; pochod ten je tak rychlý, že dělení individua (tvoření přepážek a rozdělení) téměř zdánlivě koinciduje se zráním spór. Obrázky 19., 20., 21., 22., 23., 24., 25. ukazují zralé spóry v individuích dceřinných ještě souvisících (pouze s vytvořenou přepážkou), anebo právě se oddělivších od sebe s nerozpadlými a nespotřebovanými ještě zbytky chromatinu na pólech.

Ve stadiu, kdy proto- či pro-spóra (Vorspore, základ spórový autorů) počíná již ztráceti tingibilitu, zdá se, že leží tato uvnitř jakési vakuoly (viz tab. I. VII. 19., 20.). Tuto vakuolu vysvětluji si tvořením membrány spórové.

Docela identické obrázky vývoje dostal jsem při barvení brillantkresylovou modří dle Amata (5).

Kromě oné svrchu popsané a fuchsinem krásně se barvící síťovité struktury dají se krásně pozorovati všechna tato vývojová stadia in vivo na nezbarveném praeparátě; obrázky nejsou však tak jasné a pro oko jest dosti namáhavé do detailů vše sledovati.

Na agaru Cantaniho byly výsledky zcela analogické. Zajímavým jest pouze vliv tohoto media na zevní morfologické utváření bacilla. Bacillus nejevil pravidelnou formu bacilla — zaoblených tyčinek stejných dimensí, nýbrž formy velice bizarrní, upomínající tak nejspíše na abnormální formu azotobakteru v starších kulturách. Tyčinky jsou tlusté, k polům zašpičatělé, dělení bacillů omezuje se pouze na tvoření diplobacillů, nikoliv celých vláken (streptobacillů), jak jsme viděli na obyčejném agaru. Bacillus rozdělí se úplně ve dvě individua, která hned sporulují. Nádherná síťovitá struktura, kterou jsem měl v tomto případě příležitost u všech individuí viděti při barvení fuchsinem, je znázorněna na obrázcích (tab. II. IX. 1—14.).

Docela analogický byl nález na agaru mannitovém. Morfogenní vliv tohoto výživného media jevil se na našem bacillu úplným zakulacením individua vegetativního, které docela podobá se normální formě azotobakteru, na něhož upomíná i síťovitá struktura znázorněná na obrázcích, a již nalezl jsem po barvení zředěným fuchsinem též u azotobakteru. Vývojový cyklus byl tentýž jako dříve. (Tab. II., X. 1—13.); obrázky 6., 7. upomínají opět na autogamii Růžičkovou.

Barvením dle Ernsta (49b) dospěl jsem k týmž výsledkům jako při barvení zředěným fuchsinem, pouze struktura síťovitá nebyla tak zřetelně vyznačena, a granulí barvilo se méně. (Tab. II., VIII. 1—15.).

Nejzajímavějších obrázků jsem však docílil při barvení jodjodkaliem*) a mojí modifikací Billet-Růžičkovou.**)

Obrázky, které jsem obdržel, byly při obou těchto methodách barvení zcela analogické a proto proberu je pod jednou; obrázky tab. II., XI. 1—23. byly barveny jodkaliem, obrázky tab. II., XII. 1—18. a tab. III., XII. 19—24. byly barveny dle oné modifikace.

O tvoření embrya ve spóře, jak je ukazuje barvení jodkaliem, zmínil jsem se již dříve. Obrázky získané mým mo-

---

*) Používal jsem dvou roztoků: *a*) Jodi 5, kalii jod. 10, H_2O 100; *b*) Jodi 3, kalii jod, 5, H_2O 20.

**) O této methodě mluvím detailně na str. 36.

difikovaným zbarvením byly tytéž jak nasvědčují obrázky tab. II., XII. 1—6.

Embryo vyrostlé ze spóry je zprvu úplně homogenní, později počnou se v něm objevovati granula různých velikostí, barvící se intensivně jodkaliem žlutohnědě až červenohnědě, mojí methodou sytě červeně.*) Hned v počátcích objeví se známá nám již zrna přehrádkotvorná, přehrádky (‚cloisons transversales‘ autorů), zrnéčka v dospělých individuích jsou značně zmnožena, takže někde úplně vyplňují celé individuum.

Při tomto barvení nejlépe je viděti původ ‚základu spórového‘ z granulí. Tato se zveličují a hromadí na pólu individua, splývají v útvar velikosti a podoby budoucí spóry, ztrácí ponenáhlu na barvitelnosti a pouze tu a tam ještě zbývá z oné silně se zprvu barvící hmoty jedno centrálně v ‚prospóře‘ uložené barvitelné zrnéčko. Posléze i toto granulum propadá též chemické přeměně, celá prospóra ztratí barvitelnost, nabývá za to známého pro spóru charakteristického lesku, obdá se membránou a máme před sebou zralou spóru.

Tělo bacilla rozpadá se po uzrání spór. Obr. tab. I., VII. 23—24. ukazuje taková rozpadávající se individua, kde z celého těla zbývají pouze jakési stíny z jemně zrnité barvitelné ještě hmoty (snad zbytky chromatinu, nespotřebovaného k tvorbě spór?).

Co se týká různých nálezů a názorů o strukturách a vývojovém cyklu u bakterií, odkazuji z nedostatku místa na obšírnou literaturu u autorů: Preisz (152), Mühlschlegel (135), Růžička (162), Ambrož (6a) a Gotschlich (65).

Nejzajímavější fási vývojovou jeví můj bacillus na glukosovém agaru. Při isolaci tohoto mikroba učinil jsem kromě očkování na ostatní výživné půdy též nátěr na tento agar; při mikroskopickém vyšetřování nalezl jsem mezi normálními tlustými sporulujícími individui též zvláštní formy zašpičatělé, dlouze protáhlé a tak bizzarních tvarů, že

*) V následujícím nebudu zvlášť označovati zbarvení, jelikož je vždy stejné; to co jodkaliem se barví žlutohnědě, barví se mojí methodou krásně živě červeně.

zprvu jsem se domníval, že jedná se o znečištění nějakým jiným organismem. Sledováním vývojového cyklu tohoto bacilla z čistých spór (kultury frakcionovaně zahřátím 3minutovým na 100° C na spórový material sterilisované) z opětovně ulitých ploten a po naprostém konstatování čistého materiálu na glukosovém agaru jsem se přesvědčil, že jedná se o zvláštní vývojová mezistadia ve vývojovém cyklu tohoto mikroba.

V prvních hodinách vývoj tohoto mikroba ze spór na glukosovém agaru bere se cestou dříve vylíčenou (viz tab. I.)- avšak již během prvních 36 hodin jeví se u některých individuí náběhy k vybočení z normálního cyklu vývojového Tak vidíme rozdělené individuum, jehož jedna dceřinná polovina vyvinula ještě normální spóru a jeví normální utváření morfologické, kdežto druhá polovina, aniž by vytvořila spóru, počíná se na pólu odvráceném od bývalé přepážky protahovati a špičatěti (tab. III., XIII. obr. 1a); jest to obraz nezvyklý v prvních stadiích vývoje, v němž tvoří obě poloviny dceřinné téměř současně spóry, aniž by měnily svůj vnější tvar (viz tab. II., X. obr. 1—13.). Jinde vidíme rovněž protažení do špičky u jednoho z dceřinných individuí, avšak s tím rozdílem od předešlého, že deformované individuum před tím ještě vytvořilo normální spóru (tab. III., XIII. obr. 1b): zajímavý jest obr. 2a na tab. III., XIII., představující řetízek 3 individuí, z nichž prostřední vytvořilo v obou polovinách spóry, pravé terminální vytvořilo přepážku a v centrální polovině jeví spórový základ, kdežto polovina polární se protahuje v špičku; u levého individua je vytvořena v centrální polovině hotová spóra a polovina polární (terminální) se zašpičaťuje. Obr. 2 b představuje řetízek individuí, z nichž terminální části jsou zašpičatělé, jedno z nich obsahuje spóru, kdežto prostřední dva články nesporulují (ovšem prostřední dva články nepatří časově již k sobě, nýbrž každý z nich jako nová dceřinná polovice k zašpičatělým buňkám terminálním). Obr. 2 c sestává ze dvou individuí polárně zašpičatělých, z nichž jedno individuum se již úplně rozdělilo, druhé pak teprve vytvořilo přepážku.

Dále znamenáme již úplně odloučené polovice s polárním protažením (obr. 3 abc); extrém protažení individua vidíme na obr. 3 d.

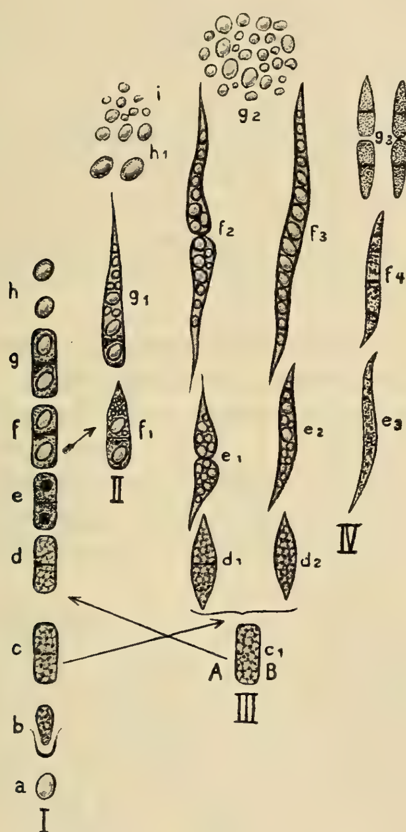
Avšak spatříme též hojnost individuí s oběma póly deformovanými (obr. 4a—f); na těchto individuích zříti lze jasně, že byla to jednotlivá individua, u nichž nedošlo k obyklému dělení, nýbrž vliv podmínek (o němž se později zmíním) působil zde na morfogenesu individua tak intensivně, že nezbylo času na dělení a individuum protáhlo se na pólech. Náběh k rozdělení viděti je ještě na obr. 4e, kde je vytvořena ještě přepážka.

Extrémy této vláknité deformace individuí oboustranné lze spatřiti na obr. 5a—d. Hojnost obrázků typu 6 naznačuje rozdělení vegetativního individua a vláknitou metamorfosu polovin.

Tyto hlavní typy morfologické variace, jak jsem naznačil, jsou v kultuře velice hojně zastoupeny již v prvních hodinách vývoje, avšak přece jen převládajícím elementem jsou normální tlusté tyčinky sporulující. Již v druhé generaci však normální tyčinky zmizí a kultura sestává pak pouze ze dvou hlavních elementů, t. j. spór a oněch morfologických heteromorfos, jak bychom je nazvali dle Gamaleiy, nebo teratologických forem vzrůstových dle Maassena. V dalším budu užívati jen těchto označení, a to z důvodů, jež naznačím později.

Když sledujeme pečlivě vývojový cyklus bacilla v uvedeném prostředí výživném, tu shledáme, že sestává ze dvou složek: První cyklus — normální — jde od spóry do spóry; spóra vyklíčí ve vegetativní individuum, toto se vegetativně rozmnoží rozdělením, nová dceřinná individua vegetativní však se neodloučí od sebe, aby se dále vegetativně rozmnožovala, jako jest tomu na obyčejném agaru, nýbrž zůstávají u sebe a vytváří spóry; nyní pak buď *a)* bacilly (dle A. Meyera ‚sporangia') vyplnivše svůj úkol vytvořením spór se rozpadnou a spóry uvolní, čímž jeden cyklus vývojový je u konce (text obr. 1. I.; anebo *b)* počnou ještě dále vegetovati v pozměněném ovšem modu vývojovém, t. j. počnou měniti svůj tvar a vyrůstati v ony heteromorfosy. Tu možno opět vytknouti jisté modifikace: *α)* vývoj heteromorfosy může počíti u individua, které již valnou část normálního vývojového cyklu proběhlo, na př. až po vytvoření spór (viz text. obr. 1. II.), nebo *β)* vývoj heteromorfosy koinciduje

s počátkem vývoje bacilla vůbec, t. j. individuum opustivší spóru, počne měniti svůj tvar, při čemž však se ještě může uplatniti náběh k normálnímu vývoji vegetativnímu tím, že



Obr. 1. **Schema vývojového cyklu heteromorfos u mého bacilla na glukosovém agaru.**

I. Normální cyklus vývojový, vylíčený v textu na str. 18. sub *a*.
II. Abnormální » » » » » 18. sub *b*.
III. Extrém abnormálního cyklu vývojového (viz text str. 19.).
IV. Možný návrat k normálnímu cyklu vývojovému (viz text str. 54.).

se heteromorfosované individuum ještě dělí a každá polovina jeho pak samostatně dále prodělává pozměněný vývoj (text. obr. 1. III A), nebo vlivem vnějších okolností zůstává zděděná schopnost vegetativního rozmnožování latentní — je po-

tlačena a individuum mění svůj tvar bez předchozího anebo pozdějšího dělení (obr. 1. III B).

Vyvrcholení abnormálního cyklu vývojového tvoří pravé větvení individuí heteromorfosovaných o němž promluvím později. Rovněž později pojednám ještě o dalším osudu těchto forem.

To jest vývojový cyklus spór přenesených na glukosový agar. Přeneseme-li na tuto půdu výživnou vytvořené již bacilly, tu cyklus vývojový v podstatě je týž, pouze zasahuje v časovém poměru později do dříve vylíčeného cyklu. Bacillus takový buď se ihned rozdělí a vytváří spóry, anebo heteromorfosy tvoří se stejným způsobem, jak bylo svrchu naznačeno.

Nejčastěji podléhají heteromorfose vegetativní individua po vyklíčení ze spóry bez předchozího dělení a s rozdělením ve dvě individua bez vytvoření spór; proto také nejčastějším typem heteromorfos jsou obr. 3abc, 4abcd, 5abcd a 6. Mezi těmito typy pak převládají zase hlavně srpovitě nebo jataganovitě prohnuté heteromorfosy typu 4abcd; v starších kulturách doznávají heteromorfosy bizzarních forem, naznačených na obr. 7abcde a 8.*)

Současně se změnou vnějšího morfologického tvaru jdou i dalekosáhlé změny ve vnitřní struktuře. Základní struktura normálního vývojového cyklu od spóry do spóry je jemná síťovina, v jejichž okách jsou uložena větší a menší granula barvící se intensivněji různými barvivy; před sporulací jsou granula větší a hromadí se na fertilním pólu, aby dala vznik spóře. Při barvení silně zředěným fuchsinem zvláště vyniká tato jemná síťovitá struktura, rovněž tak pěkně dle Giemsy, Heidenhaina atd. Poměry ty popsal jsem dříve.

Zajímavá však je přeměna této struktury v jmenovaných heteromorfosách; zvláště při barvení methodou Ernstovou (Loefflerova modř + vesuvin) vyniknou velice dobře strukturní poměry.

Na tab. III. XII. obr. 1a vidíme individuum se spórou bez jakékoliv strukturelní differenciace; granulace spotřebovaly se na tvorbu spóry, pouze u přepážky vidíme ještě

---

*) Tyto obrázky pocházejí z kultury staré 13 dní.

zbytky hmoty intensivně se barvící. V hořejším individuu však spatřiti lze zašpičatělý pól hyperchromaticky se barvící, obsah individua u přepážky je hrubě síťovaný s četnými granulacemi v okách sítě. V pokročilejších stadiích jsou oka této sítě zveličená a nabývají podoby různě velkých vakuol, kolem nichž uložena jsou zrnéčka (obr. 3 abcd, 4 abcdef). Posléze se zrnéčka úplně ztrácejí a vzniká obraz 4 g — individuum je úplně vyplněno vakuolami nezbarvenými, mezi nimiž uložena je hmota hyperchromatická, která tyto domnělé vakuoly spojuje na způsob jakéhosi tmelu.

Rovněž zředěným fuchsinem dostaneme tyto obrázky; obr. 5 abcd a 6 ukazují tytéž poměry, avšak obr. 7 d poučuje nás o něčem jiném; domnělé vakuoly nejeví již krásně kulovité nebo ovální podoby, nýbrž jsou hranaté a vyplňují celé individuum tak, že zatlačují úplně i onu hmotu hyperchromatickou, která již tvoří pouze úzké přepážky mezi nimi. Obr. 4 dcf, 7 abce a 8 však již zřetelně ukazují, že jedná se o určitá tělesa.

V nezbarveném praeparátu jeví se ony domnělé vakuoly jako silně světlolomná tělesa, která činí dojem různě velikých spór.

Proti domněnce, že jedná se o spóry, mluví především ta okolnost, že tato tělesa nacházejí se vždy ve větším počtu, dále že jsou různé podoby (kulovité i ovální) a různé velikosti. Na spóru upomíná pouze jich význačný lesk a neschopnost barvení obyčejnými barvivy. O vakuoly se zde rovněž nemůže jednati, ježto úplným rozmáčknutím na sklíčku rozbije se sice individuum, tělesa však vyniknou ven, aniž by popraskala nebo změnila nějak svoji podobu.

Jest vidno, že jedná se o útvary, které byly již často popsány, ovšem též různě vykládány; Růžička (162 b) popsal je u Bac. anthracis pode jménem »sporoidních těles« a po něm popsal jsem je i já (6 a) u Bac. nitri pod týmž názvem.

S Růžičkou (l. c.) popsanými sporoidními tělesy shodují se nejen ve schopnosti barviti se specificky jím navrženými methodami, nýbrž i mikrochemickými reakcemi, jak se ještě zmíním.

Mne zajímalo však v první řadě zjistiti relace mezi oněmi popsanými heteromorfosami a těmito tělesy a zjistiti aetiologii těchto velice zajímavých dvou zjevů.

U *Bac. anthracis* dostal Růžička (l. c.) sporoidní tělesa na glycerinovém agaru, já pak (l. c.) u *Bac. nitri* nejvíce na bramboru. Růžička skutečně také kromě sporoidních těles popisuje i zvláštní změny vnějšího morfologického tvaru Bac. anthracis a já rovněž u Bac. nitri.

Vyšetřoval jsem tedy též mikroskopicky kulturu mého bacilla především z glycerinového agaru.

Po 48 hodinách daly se zjistiti dalekosáhlé změny od normálního charakteru; změna vnějšího morfologického tvaru byla však celkem nepatrna, za to vnitřní struktura byla valně pozměněna. Tělo bakterií bylo někde téměř přecpáno tělesy sporoidními, což bylo patrno i na nezbarveném praeparátu.

V kultuře na bramboru byly zjištěny podobné poměry.

Souvislost tvorby zvláštních těles s uhlíkatou potravou dala se zde dobře vytušiti, avšak zajímavější jest otázka aetiologie vzniku oněch zvláštních heteromorfos na glukosovém agaru.

Glukosový agar, jehož jsem používal ke kultivaci, měl složení: vody dest. 100 g, agaru 1·5 g, glukosy 1 g a K_2HPO_4 0·1 g; dle toho obsahovala tato půda hlavně uhlohydrát (glukosu, částečně též agar) a z prvků mineralních draslík a fosfor ve formě fosforečné soli. Dusíkatá potrava nebyla přidána žádná a byl přítomen v půdě dusík pouze v sledech, obsažený v kupném agaru.

Poněvadž z literatury je známo, že různé soli projevují formativní vliv na bakterie, soudil jsem, že popsané heteromorfosy jsou zaviněny fosforečnanem draselnatým, přidaným do půdy výživné.

Abych vyšetřil vliv těchto solí na formativní účinky u bakterií, připravil jsem si obyčejný agar z destillované vody, do něhož přidal jsem pouze fosforečnan draselnatý bez glukosy, pak zkoušel jsem ještě vliv jiných solí buď bez glukosy neb s glukosou v agarové půdě; kromě toho použil jsem i jako pramene dusíku v některých případech aspa-

raginu nebo KNO_3. Složení půd naznačil jsem na přiložené tabulce.

Jak poznamenal jsem v deskriptivní části práce, jest můj bacillus tak velice příbuzný s Bac. megatherium, že dlužno mého bacilla pokládati za jeho varietu, a proto použil jsem ke komparaci i typického Bac. megatherium ke těmto svým pokusům, abych viděl, zdali a pokud formativní vliv chemických činidel u obou variet bude podobný a dále, abych mohl studovati i z této stránky příbuznost těchto dvou mikrobů; k posléze jmenovanému důvodu dala mi podnět práce, v níž Fuhrmann (58a) tvrdí, že vývojový cyklus bakterií za určitých podmínek tvoří charakteristický a trvalý znak systematický, takže dá se ho ho použíti i k vypátrání příbuzenských vztahů mezi různými mikroby. Specielně pak co se týká specificity formativních effektů chemických agencií u mikrobů vyslovilo se positivně více autorů, o čemž promluvím ještě později.

Jako očkovacího materiálu použil jsem ke svým srovnavacím pokusům agarových kultur obou bacillů starých 1 měsíc: mikroskopické vyšetření kultur ukázalo u kultury mého bacilla samé spóry, u Bac. megatherium kromě toho malé procento vegetativních individuí v podobě dlouhých tyčinek až vláken.

Výsledky těchto srovnavacích pokusů byly následující:*)

Tabulka I.

	H_2O_2	Agar	Glukosa	K_2HPO_4	$(NH_4)_2PO_4$	Fosforečnan sodnato-ammonatý	KCl	KNO_3	Asparagin	Tristearin
1	100	1·5	—	0·1	—	—	—	—	—	—
2	100	1·5	—	—	0·1	—	—	—	—	—
3	100	1·5	—	—	—	0·1	—	—	—	—
4	100	1·5	—	—	—	—	0·1	—	—	—
5	100	1·5	—	—	—	—	—	—	0·1	—
6	100	1·5	1	—	—	—	—	—	—	—

*) Vyšetřováno po 48ti hodinách až 1 měsíci.

	H_2O_2	Agar	Glukosa	K_2HPO_4	$(NH_4)_2PO_4$	Fosforečnan sodnato-ammonatý	KCl	KNO_3	Asparagin	Tristearin
7	100	1·5	1	0·1	—	—	—	—	—	—
8	100	1·5	1	—	0·1	—	—	—	—	—
9	100	1·5	1	—	—	0·1	—	—	—	—
10	100	1·5	—	0·1	—	—	0·1	—	—	—
11	100	1·5	1	—	—	—	—	0·1	—	—
12	100	1·5	1	—	—	—	—	—	0·1	—
13	100	1·5	5	0·5	—	—	—	—	—	—
14	100	1·5	5	—	0·5	—	—	—	—	—
15	100	1·5	1	0·1	—	—	—	0·1	—	—
16	100	1·5	1	0·1	—	—	—	—	0·1	—
17	100	1·5	5	0·5	—	—	—	—	0·1	—
18	100	1·5	5	0·5	—	—	—	0·1	—	—
19	100	1·5	5	—	0·5	—	—	—	0·1	—
20	100	1·5	5	0·5	—	—	—	—	—	0·1

1. **Živná půda č. 1.** (agar + 0·1% K_2HPO_4).

a) *Bacillus megatherium* var.

Vzrůst dosti chabý; na mikroskopickém praeparátu hojnost spór značně velikých, vegetativní individua v dosti značném počtu podoby protáhlé na jednom pólu ve špičku. Zřídka formy protáhlé do špičky na obou koncích. (Viz tab. IV.*), obr. XIV. A 1.) Nezašpičatělý konec individua proti druhému pólu značně široký.

Sporoidních těles nenalezeno; bacilly bez zvláštní struktury, jen tu a tam slabý náběh k síťované struktuře.

b) *Bac. megatherium* typ.

Vzrůst rovněž dosti chabý; na mikroskopickém praeparátu hojnost velikých spór, hojně vegetativních individuí tenoučkých, zašpičatělých na jednom neb obou koncích, srpovitě ohnutých, upomínajících na bacilly fusiformní (tab. IV., obr. XIV. 1. B.). Některá individua ve stadiu dělení.

*) II. díl této práce obsahuje tabulky IV.—VI., na které vztahují se tento a další údaje.

Žádná spóroidní tělesa; bacilly bez vnitřní struktury.

2. **Živná půda č. 2.** (agar + 0·1% $(NH_4)_2PO_4$ a

3. **Živná půda č. 3.** (agar + 0·1% fosforečňanu sodnato-ammonatého) jeví v celku u obou bacillů stejné poměry jako půda č. 1.

4. **Živná půda č. 4.** (agar + 0·1% KCl) jeví stejný vliv jako půda č. 11. (viz později).

5. **Živná půda č. 5.** (agar + 0·1% asparaginu).

a) *Bac. megatherium* var.

Vzrůst dosti chabý; na mikroskopickém praeparátu spousta malých spór, vegetativní individua malá, slabá, tu a tam vlákna se sporoidními tělesy. V staré kultuře (vyšetřováno po 1 měsíci) dlouhá vlákna se sporoidními tělesy, nebo kulatá hypertrofická tělesa, přecpaná koulemi těles sporoidních. Jest to směs nejbizarrnějších forem, působící dojmem úplné degenerace kultury. Převládají koule a neforemné hroudy s tělesy. (Viz tab. IV., obr. XIV. 5.)

b) *Bac. megatherium* typ.

Poměry stejné jako u předešlého, jen dimense útvarů poněkud menší.

6. **Živná půda č. 6.** (agar + 1% glukosy).

a) *Bac. megatherium* var.

Vzrůst dosti silný; na mikroskopickém praeparátu málo spór. Vegetativní individua představují směsici nejrůznějších forem a tvarů plných sporoidních těles. Převládají hypertrofické formy klostridiovité přecpané tělesy a neforemné hroudy rovněž s patrnou ještě někde formou klostridiovitou, přecpané sporoidními tělesy; někde barví se tyto hroudy celé methodou na tato tělesa, takže vzniká dojem, že celá hmota individua se přeměnila v hmotu těchto těles (viz tab. IV., obr. XIV. 6 A).

b) *Bac. megatherium* typ.

Poměry velice podobné jako u předešlého, pouze převládají formy vláknité, protažené, plné těles. Kulaté formy a hroudovité s tělesy rovněž četné, ač relativně v menším počtu než u předešlého. (Tab. IV. Obr. XIV. 6 B.)

7. **Živná půda č. 7.** (agar + 1% glukosy + 0·1% K_2HPO_4).

Na této výživné půdě jsou poměry nejzajímavější; když v mysli skombinujeme obrázky ze substrátu č. 1. + obrázky ze substrátu č. 5., tu jako výslednici formativního účinku K_2HPO_4 + glukosa dostaneme formy, u nichž musí se jeviti i vliv K_2HPO_4 (protažením do délky a špičky), i vliv glukosy (zvětšení dimensí tloušťkových + tvorba těles); mikroskopickým vyšetřením skutečně potvrdíme svůj hypothetický předpoklad.

a) *Bac. megatherium* var.

Vzrůst dosti mocný; na mikroskopickém praeparátu spousta spór; kromě toho individua vegetativní, s množstvím sporoidních koulí (těles), formy vřetenovité se zašpičatělými konci. Různým způsobem zakřivení (ohybu) ztenčených a zašpičatělých konců dostaneme celou řadu různých modifikací forem šavlovitých, srpovitých, kosatých atd. (Tab. IV., obr, XIV. 7. Aa—g.). Formy tyto vyplněny, až přecpány jsou tělesy; u některých individuí jsou tělesa menší, kulatá a vyplňují ve více řadách longitudinálních tělo mikroba (obr. g), jindy, a to většinou, vyplňují celé tělo v jedné řadě a jsou obyčejně ovální (vejčitá) svou delší osou ležíce kolmo na longitudinální osu individua (a—f).

b) *Bac. megatherium* typ.

Poměry úplně stejné, co se týká vnější podoby; rozdíl spočívá pouze v tom, že obrysy metamorfosovaných individuí nejsou všude tak ostré, jako u předešlého, nýbrž v mnoha případech okrajů nerovných, hrbolatých. Rovněž tělesa nejsou uložena tak pravidelně, jako u předešlého, nýbrž v podobě koulí a hrud třeba neforemných vyplňují individuum na různých místech průběhu. (Tab. IV., obr. XIV. 7. B a—c.)

Ovšem hlavní effekt formativní zůstává u obou bacillů týž — t. j. ony formy zašpičatělé, protáhlé a různě zakřivené se spoustou sporoidních těles.

8. **Výživná půda č. 8.** (agar + 1% glukosy + 0·1% $(NH_4)_2PO_4$).

a) *Bac. megatherium* var.

Vzrůst dosti mocný; na mikroskopickém praeparátu samá vegetativní individua od forem normálních tyčinkovitých až do forem tlustých, hypertrofických, klostridiovitě zduřelých. (Tab. V., obr. 8 A.) Vegetativní individua jsou plna sporoidních těles. Formativní vliv fosforečňanu ammonatého je zde téměř úplně zakryt vlivem glukosy; nepatrný jeho effekt lze spatřovati v klostridiovitých formách. Za to hojně je uplatněn vliv glukosy na hypertroficky ztluštělých individuích přecpaných tělesy; v starších kulturách nacházejí se ve většině již neforemné hroudy přecpané tělesy.

b) *Bac. megatherium* typ.

Poměry téměř stejné jako u dříve jmenovaného, pouze jeví hypertrofické formy plné těles již exquisitně degenerativní ráz. (Tab. V., obr. 8 B.)

9. **Výživná půda č. 9.** (agar + 1% glukosy + 0·1% fosforečňanu sodnato-ammonatého).

a) Poměry morfologické u obou bacillů na tomto výživném substrátě jsou tytéž jako na substrátě č. 7. (glukosa + K_2HPO_4), až na jakýsi, avšak velice subtilní rozdíl v tom, že terminální pólové zakončení individua je protáhlejší. Individua jsou rovněž plna sporoidních těles. (Tab. V., obr. 9.)

b) U *Bac. megatherium* typ. je vyslovenější rozdíl od kultury č. 7. v přítomnosti spousty velice tenkých, zašpičatělých vláken s tělesy sporoidními.

10. **Výživná půda č. 10.** (agar + 0·1% K_2HPO_4 + 1% KCl).

Kombinace dvou těchto solí má formativní effekt odpovídající výslednici vlivů obou těchto chemických agencií; jak dříve jsem vylíčil (č. 4. výž. půdy), tvoří samotný KCl formy krátké, tlusté, samotný K_2HPO_4 formy špičatě protáhlé; kombinací současných vlivů obou solí vzniknou formy tlusté a protáhlé ve špici, po př. formy upomínající na amoebovité útvary, jak vidno z obr. 10. AB, tab. V.

11. **Výživná půda č. 11.** (agar + 1% glukosy + 1% KNO_3).

a) *Bac. megatherium* var.

Formy vegetativní jsou kulovité, tvoříce různé modifikace typu tlustých diplobacillů, až ohromných diplokokků.

Kromě toho spousta isolovaných koulí a neforemných hrud, plných sporoidních těles. Koule a kulovitá individua vegetativní obsahují rovněž ohromné koule sporoidní, nejobyčejněji po jedné vyplňující téměř celý vnitřek individua, nebo barví se specificky na hmotu sporoidní větší část individua a nezbarvenou zůstává část podoby čočkovité (viz násled. výž. půdu).

b) *Bac. megatherium* typ.

Vegetativní tyčinky (Meyerova ‚oidia') delší, formy normální (zřídka), hlavně však dlouhá a tlustá vlákna plná sporoidních těles. (Tab. V., obr. 11. AB.)

12. **Výživná půda č. 12.** (agar + 1% glukosy + 1% asparaginu).

Poměry morfologické na tomto substrátu velice se podobají poměrům z kultury č. 11. (viz předcházející).

a) *Bac. megatherium* var.

Kromě značného množství spór v kultuře spousta vegetativních individuí podoby vesměs kulovité; především jest tu velké množství isolovaných koulí, pak dvojice individuí charakteru obrovských diplokokků. Velikost individuí hodně variruje.

Sporoidní tělesa ve formě koulí vyplňujících po jedné buď celý vnitřek individua, nebo v podobě měsíčité téměř celé kulovité individuum, takže zbývá po specifickém zbarvení na sporoidní tělesa pouze nepatrná část individua na jednom póle v podobě čočky (viz tab. V., obr. 12. A). Někde nasedá hmota sporoidní na bezbarvé, kulovité individuum jako čepička.

b) *Bac. megatherium* typ.

Poměry morfologické stejné jako u dříve jmenovaného mikroba, pouze ony kulovité formy protáhlejší. Kromě toho jsou však v kultuře též ojedinělá dlouhá a tlustá vlákna plná sporoidních těles. (Tab. V., obr. 12. B.)

13. Popisu forem z této kultury věnuji později zvláštní pozornost.

14. **Výživná půda č. 14.** (agar + 5% glukosy + 0·5% $(NH_4)_2 PO_4$).

a) *Bac. megatherium* var.

Poměry morfologické téměř stejné s poměry v kultuře č. 7.; rozdíl spočívá hlavně v tom, že vegetativní individua srpovitá a vřetenovitá jsou relativně mohutnější (tlustší a poněkud kratší) a špičaté zakončení pólů není tak ostré. Individua plná sporoidních těles, až jimi přecpaná. (Tab. V., obr. 14. A.)

b) *Bac. megatherium* typ.

Vegetativní individua v podobě kratších a delších vláken, plných sporoidních těles, tu a tam někde na pólech naznačené zašpičatění. (Tab. V., obr. 14. B.)

15. **Výživná půda č. 15.** (a g a r + 1% g l u k o s y + 1% K_2HPO_4 + 0·1% KNO_3).

a) *Bac. megatherium* var.

Velice znatelný paralysující vliv KNO_3 na formativní effekt K_2HPO_4. V celé kultuře nenajdeme ani jednoho vegetativního individua odpovídajícího tvarem průměrnému typu kultury na výživném substrátu pouze s glukosou a ledkem (č. 7.). Některá individua tu a tam jeví sice protažení jednoho polu ve špici, ale to je ojedinělé a ne význačné. V kultuře nalézá se hojnost velikých spór a spousta koulí sporoidních. Většina vegetativních individuí odpovídá typu kultury č. 11. (Tab. V., obr. 15. A.)

b) *Bac. megatherium* typ.

Kultura sestává ze spór a ojedinělých tenkých zašpičatělých forem plných sporoidních těles. (Tab. V., obr. 15. B).

16. **Výživná půda č. 16.** (a g a r + 1% g l u k o s y + 0·1% K_2HPO_4 + 0·1% a s p a r a g i n u).

a) *Bac. megatherium* var.

Zde uplatňuje se opět velice dobře kombinovaný effekt formativní fosforečnanu draselnatého a asparaginu. Když vidíme obrázky 1 A a 12 A, tu snadno v duchu si vykombinujeme výslední formu vlivů obou těchto solí, jak ve skutečnosti ji zde nacházíme (tab. V., obr. 16. A); jsou to individua tvaru obrovských diplokokků, nebo (a to hlavně) jsou obě tato individua na odvrácených polech protažena ve špičky; asi forma obráceně hruškovitá.*)

*) Snad mohli bychom tyto formy srovnati se 2 u sebe širokou plochou (stonkovou) spojenými kořeny řetkve nebo řepy.

b) *Bac. megatherium* typ.

Rovněž i zde dobře jest vyznačen kombinovaný vliv formativní obou solí; rozdíl od prvého bacilla spočívá v tom, že individua jsou tenčí, nežli u prvního bacilla. (Tab. V., obr. 16. B.)

17. **Výživná půda č. 17.** (a g a r + 5% g l u k o s y + 0·5% K_2HPO_4 + 0·1% a s p a r a g i n u).

Kombinovaný vliv formativní K_2HPO_4 a asparaginu projevuje se i na tomto výživném substrátu.

a) *Bac. megatherium* var.

Morfologické utváření vegetativních individuí odpovídá v celku výslednici vlivů obou solí; jsou to krátká a delší individua dosti značné tloušťky, podoby klostridiovité, tu a tam náběh k zašpičatění, plná těles sporoidních.

b) *Bac. megatherium* typ.

Dlouhé i krátké a tlusté bacilly se spoustou sporoidních těles; některá individua slabě zašpičatěná, hojnost forem klostridiovitých, hruškovitých až kulatých.

18. **Výživná půda č. 18.** (a g a r + 5% g l u k o s y + 0·5% K_2HPO_4 + 0·1% KNO_3).

Vliv KNO_3 paralysující účinek K_2HPO_4 je i zde patrný.

a) *Bac. megatherium* var.

Krátké i delší bacilly tvarů normálních, pak formy hypertrofické, avšak vždy tyčinkovité podoby, až vlákna se spoustou sporoidních těles. Po formách srpovitých ani sledu. (Tab. V., obr. 18. A.)

b) *Bac. megatherium* typ.

Formy dlouhých, dosti tlustých vláken nezašpičatělých, nejbizarrnějšího průběhu (hadovité útvary), plné sporoidních těles. Hojnost hrud sporoidních isolovaných. (Tab. V., obr. 18. B.)

19. **Výživná půda č. 19.** (a g a r + 5% g l u k o s y + 0·5% $(NH_4)_2PO_4$ + 0·1% a s p a r a g i n u).

Vliv $(NH_4)_2PO_4$ patrný v kultuře č. 14. je zde úplně zastřen vlivem asparaginu.

Poměry morfologické i strukturellní jsou u obou bacillů na tomto výživném substrátě tytéž jako na substrátě č. 18. (viz předcházející odstavec).

20. **Výživná půda č. 20.** (agar + 5% glukosy + 0·5% (K_2HPO_4 + 1% tristearinu).

Poměry morfologického i strukturellního utváření jsou tytéž, jako na výživném substrátě č. *13.*, o čemž se zmíním podrobněji dole; na změnu formativního effektu kombinace glukosy s tristearinem nemá tedy tristearin vůbec žádného vlivu, pouze pokud se týká skladby chemické těles. Tato jsou totiž, jak zjištěno barevnými reakcemi, daleko acidoresistentnější nežli u kultur bez tuků.

*

Nejzajímavější jsou však poměry **na výživném substrátu č. 13.**, t. j. (agar + 5% glukosy + 0·5% K_2HPO_4).

Zde splnil se úplně můj předpoklad, že formativní effekt této kombinace (glukosy + K_2HPO_4) bude nejznatelnější; skutečně také nezklamaly mne mé nálezy v mikroskopickém praeparátě, ba naopak uvedly mne rozmanitostí modifikací v rozpaky ohledně dedukcí možných z tohoto zjevu.

Obrázky na tab. VI. 13. A a ještě více 13. B jsou velice překvapující.

a) *Bac. megatherium* var. (obr. 13. A) tvoří formy stejné jako na výživném substrátě č. 7. (agar téhož složení, ale o menší koncentraci glukosy a K_2HPO_4) pouze jsou formy mohutnější, rovněž i sporoidní inkluse v nich.

Základní formový typus jsou vřetenovité formy širokého aequatorialního diametru, protažené na polech ve vláknité špice, různě zprohýbané (rovná vřetena, šavlovité, srpovité, sekáčkovité a j. formy). Mezi těmito typickými útvary však najdeme množství forem jiných, které můžeme si srovnati v postupné řadě vývojových modifikací od srpovitých útvarů až k formám vysloveně rozvětveným.

Formy všechny vyplněny až přecpány jsou koulemi sporoidní hmoty různých dimensí.

b) *Bac. megatherium* typ.

Kdežto u předešlého mikroba formativní effekt kombinace substrátového složení jeví se hlavně oním terminálním zašpičatěním forem rázu spíše abnormálního, jsou obrázky u tohoto druhého bacillu tím překvapující, čím více blíží se

rozvětvené jeho tvary (viz obr. 13. B) normálnímu typu rozvětveného mycelia vyšších organismů rostlinných, t. j. plísní.

Jak viděli jsme na jiných výživných substrátech s glukosou a solemi, tvoří individua tyčinkovitá i vlákna tohoto bacilla jen zřídka ono, pro mého bacilla typické, terminální zašpičatění (na výživném substrátu č. 7.); s postupující koncentrací glukosy mizí schopnost K_2HPO_4 vytvářeti špičaté formy; proto také ony rozvětvené formy s kulatým zakončením konců vláken činí dojem normálního ramifikovaného mycelia.

I zde jsou různé ty formy plny těles sporoidních.

*

Když srovnáváme obrázky bacillů z různých až dosud popsaných výživných substrátů, tu musíme dospěti k následujícím dedukcím:

1. Chemická činidla použitá v uvedených pokusech ku složení výživného substrátu mají rozhodně formativní vliv na morfologické i strukturellní utváření pokusného objektu. (Bac. megatherium var. i typ.)

2. Formativní effekt samotných fosforečňanů jeví se terminálním zašpičatěním a protažením vegetativních forem (výživný substrát č. 1., 2., 3.), při čemž však formy jeví charakter dosti normální.

3. Formativní effekt chlorečňanu a dusičňanu draselnatého je rázu spíše degenerativního; individua vegetativní jsou pozměněna celkem nepatrně pokud se týká dimensí — jsou širší poněkud, avšak nepravidelně se dělí a mají nevzhlednou podobu hrud; dělení má ráz degenerativní fragmentace (rozpadu).

4. Vliv glukosy a asparaginu jeví se vzrůstem vegetativních individuí do tloušťky a šířky a zakulacováním (zaoblením) forem; význačný a nepopíratelný vliv asparaginu a hlavně glukosy jeví se v ukládání oněch zvláštních inklusí (sporoidních těles) (kultura č. 5., 6.).

5. Chemické substance mohou se ve formativním účinku navzájem paralysovati, po př. doplňovati; zvláště patrný je tento antagonismus mezi chlorečňanem draselnatým a dusičňanem draselnatým na jedné straně a fosforečňany na straně

druhé (kultury č. 10., 11., 15., 18.); kombinace effektů formativních je vyslovená u glukosy a asparaginu s fosforečňany (hlavně kultura č. 16., obr. 16. A) (asparagin + glukosa + fosforečňan).

6. V kombinaci glukosa + fosforečňan jeví fosforečňan draselnatý typický formativní effekt na Bac. megatherium var. (kultura č. 7., 13. a obr. 7. A; 13. A); přibližně stejný effekt formativní má fosforečňan sodnato-ammonatý (kultura č. 9. a obr. 9. A); fosforečňan ammonatý v menší koncentraci (kultura č. 8. a obr. 8. A) nejeví tento typický vliv, v koncentraci vyšší (kultura č. 14., obr. 14. A) jeví již náběh na tvoření těchto typických forem.

7. Vliv glukosy (speciellně nás interessující v této práci) na kvantitativní tvorbu sporoidních těles je direktně proporcionální koncentraci (čím větší koncentrace glukosy, tím větší množství těles).

8. Formativní effekt kombinace chemických faktorů je individuální (aspoň v speciellním případě Bac. megatherium typ. a var.). Dle theorie Fuhrmannovy (l. c.), nasvědčovala by různost forem u obou těchto bacillů pod vlivem kombinace chemických faktorů (glukosa + K_2HPO_4 tomu, že můj bacillus je »dobrý druh« v botanickém smyslu.*)

9. Formativní effekt kombinace glukosa + K_2HPO_4 má svou kulminaci ve vytváření pravé ramifikace, která u vláknitých normálních forem typického Bac. megatherium činí dojem pravého větvení mycelia plísní.

*

V mých pokusech o formativním vlivu chemického složení výživného substrátu na Bac. megatherium var. et typ. je velice interessantním zjevem tvorba oněch zvláštních těles pod vlivem glukosy (po př. asparaginu).

---

*) Nesmíme ovšem zapomínati, že i akkomodace může zde hráti velkou roli; svého bacilla pěstuji již téměř 2 roky na glukosovém agaru s K_2HPO_4, kdežto typický Bac. megatherium dodaný mi Královým Museem (laskavostí pp. prof. Dr. Krause a Przibrama, jimž za nevšední ochotu co nejsrdečněji děkuji) pěstuji na tomto agaru teprve $^1/_4$ roku; před tím byl jistě asi již delší dobu pěstován dle běžné methody bakteriologické na masopeptonovém agaru, na němž jsem kulturu též obdržel.

Jak jsem podotkl již dříve, jsou tato tělesa identická s tělesy, jež svého času popsal Růžička (162b) u Bac. anthracis, po něm já u Bacilla nitri.

Jelikož od práce Růžičkovy vyskytlo se v literatuře více údajů o těchto tělesech a názory o významu a aetiologii jich nejsou jednotné, snažil jsem se aspoň poněkud blíže osvětliti záhadnou jejich provenienci a podstatu.

Hned z počátku byl jsem si jist obtíží při jich chemickém vyšetřování; již A. Meyer (126c) praví ve své práci o volutinu: l. c. p. 119 »Es fragt sich nun, was wir über die chemische Natur des Volutins aus den mikrochemischen Reaktionen schliessen können. Sicheres werden wir so lange nicht darüber aussagen können, bis das Volutin einer Pflanze in unveränderter Form dargestellt, makrochemisch definiert und in seinen Eigenschaften mit der Substanz der Volutinkörner der lebenden Pflanze mikrochemisch verglichen worden ist.« Totéž platí i o těchto tělesech; pokud se nepodaří isolovati pouze tato tělesa z bakterií a vyšetřovati je makrochemicky, do té doby nelze mluviti o nich jako o chemickém přesně determinovaném individuu; z různých příčin nelze dosud je čisté isolovati a musíme proto spokojiti se pouze vyšetřením mikrochemickým a barevnými reakcemi se dohadovati jich chemického zařazení.

I. Barevné reakce.

Při barvení obyčejnými bakteriologickými methodami tělesa tato zůstávají nezbarvena; v praeparátu nezbarveném činí dojem spór.

Při použití barvících method dle Růžičky (l. c. p. 277 až 278) se zbarvují;

1. barví se červeně směsí koncentrovaného vodního roztoku sublimatu + vodou zředěný alkoholický roztok fuchsinu $\overline{aa}$.

2. barví se červeně methodou II. (fixovaný praeparát barví se zředěným fuchsinem, pak vystaví vlivu Lugolu, opláchne vodou a vloží do balsamu). Methoda tato jest však pouze určitou modifikací methody, uveřejněné již r. 1890 Billetem (17). Tento badatel barvil tato tělesa u *Clado-*

thrix dichotoma (nazývá je ‚éléments sporigènes‘) Ranvierovým roztokem jodjodkalia*); tělesa barvila se v různém stupni intensivně temně hnědě až černě. L. c. p. 35. »Ces différents degrés d' èlection de l'iode pour les différentes parties d'un seul et même élément, en font un réactif des plus précieux pour les recherches délicates de la bactériologie. Malheureusement, l'iode étant très soluble, cette réaction est très fugace, et on ne peut guère l'utiliser que pour une étude passagère on de courte durée.« Z tohoto důvodu použil Billet kombinace barvení anilinovými barvivy + JJK na způsob Grama; »l. c. ‘p. 35. praví: »Il suffit, pour cela, de colorer d'abord avec une couleur d'aniline quelconque, en solution aqueuse étendue, puis de laver à plusieurs reprises, et ensuite de faire agir l'iode. On obtient alors des préparations définitives, susceptibles d'une étude de longue durée, et pouvant se conserver.«)

3. Barví se žlutě až hnědě Lugolovým roztokem, o němž praví Růžička (l. c. p. 278): »Den Wert eines direkten Reagens auf die Sporoidkugeln muss ich jedoch für die Lugol'sche Lösung, allein angewendet, beanspruchen.«

4. Tělesa tato barví se naftolovou modří dle předpisu Dietrich-Liebermeisterova modře; Růžička zove tuto methodu (l. c.) »nicht minder präzis« než roztokem Lugolovým; skutečně také zbarvení toto je velice distinktní.

Kromě těchto Růžičkou jako distinktních označených method na barvení používal jsem jistých jich kombinací:

Tak místo obyčejného Lugolova roztoku používal jsem silnějších roztoků JJK (5 : 10 : 100 a 3 : 5 : 20); zbarvení koulí bylo daleko intensivnější. Koule barvily se tmavohnědě do červena až téměř černě; přesvědčil jsem se však o pomíjejitelnosti zbarvení, již vytkl již Billet (l. c.), ba podařilo se mi vždy zbarvení jodjodkaliovými roztoky odbarviti vodou obyčejnou. Jest viděno, že zbarvení jest pouze povrchové a fysikální; po odbarvení vodou buď se koule odbarvily úplně, nebo měly jen žlutavý nádech. Ostatní vnitřní obsah individuí barvil se pouze slabě žlutě a i toto zbarvení se dalo vodou odstraniti.

---

*) JK 2 g; dest. H_2O 100 g a J do nasycení.

Stejně distinktního zbarvení těchto koulí docílil jsem chlorjodzinkem; poměry barvitelnosti byly stejné jako při použití roztoků jodjodkaliových.

Později používal jsem však k distinktnímu zbarvení koulí téměř výhradně methody, jíž bych nazval »modifikovanou methodou Billet-Meyerovou«. A. Meyer (126c) použil k barvení volutinu methody následující: praeparát bakterií za živa nebo fixovaný barvil delší dobu methylenovou modří, po odssátí barviva z pod sklíčka přidal JJK; volutinová zrna zbarvila se mu černě; přidal-li pak uhličitan sodnatý (5%), tu odbarvila se individua, pouze volutinová zrna podržela delší dobu zbarvení. Později se odbarvila, ježto prý 5% Na_2CO_3 rozpouští volutin. Dle Meyera spojuje se při této reakci methylenová modř s JJK na jodhydrát methylenové modři ($C_{16}N_{18}N_3SJ$); tato sloučenina — jodmethylenová modř — se málo mění v roztoku Na_2CO_3 a tím vysvětluje se ona barevná reakce volutinových zrn; teprve později se rozkládá.

Methoda Billetova a II. methoda Růžičkova na tělesa sporoidní jsou v podstatě touž methodou, pouze odpadá Na_2CO_3 a methylenová modř zastoupena jest u Růžičky fuchsinem, u Billeta možno použiti jakýchkoliv barviv anilinových.

Moje modifikovaná methoda spočívá na témž podkladě, pouze používám na konec barevné reakce 3% H_2SO_4 jako odbarvidla.

Methoda moje se provádí následovně:

Praeparát fixovaný jakýmkolivěk způsobem (vysušením, teplem — fysikálně nebo chemicky — alkoholem, formolem, koncentr. sublimátem atd.) na sklíčku přelije se zředěným vodním roztokem alkoholického roztoku fuchsinu; **aniž by se barvivo slilo**, nechá se ihned působiti Lugolův roztok (nalije se do fuchsinu pokrývajícího praeparát). Povstane ihned sraženina, která se slije se sklíčka po více méně krátkém působení barviva (zbarvení nastává téměř okamžitě) a spláchne vodou.

Při pozorování takto zbarveného praeparátu vidíme, že celá individua jsou přebarvena bez jakékoliv differenciace, a pouze prázdné vakuoly i individua bez jakékoliv plasmatické difference jsou nezbarvena.

Poněvadž již dříve jsem se přesvědčil o acidoresistenci sporoidních těles — jak se ještě zmíním, a v literatuře jsou údaje o ní — použil jsem regressivního zbarvení tím způsobem, že praeparáty zbarvené dříve popsaným způsobem vystavil jsem vlivu 2%—3% kyseliny sírové; ani delším působením této kyseliny neodbarvují se tělesa, **nýbrž pouze plasmatické části individua**, v bacillech zůstávají sporoidní tělesa jako **krásně sytě červené — purpurové koule.**

Zbarvení toto jest tak distinktní, že používal jsem ho výhradně kromě silných roztoků jodjodkalia a chlorjodzinku ku zjištění těchto těles.

Zbarvení touto methodou vysvětluji analogickým způsobem, jako A. Meyer (l. c.). Sloučením jodu s fuchsinem povstane nerozpustná sraženina — jodfuchsin; barvivo (fuchsin) vniklé do tělesa sporoidního spojí se uvnitř s jodem i s hmotou tělesa v nerozpustné barvivo červené vzdorující i vlivu zředěné kyseliny sírové.

Že v daném případě specifického zbarvení těles sporoidních jedná se o chemické zbarvení, mohu se domnívati z toho důvodu, že obyčejným způsobem se tělesa nezbarví, nýbrž teprve po antecedentním nebo koincidentním působením nějakého činidla pozměňujícího chemickou strukturu těles, ku př. působením maceračních činidel. Tak zbarví se tělesa delším působením karbol-fuchsinu, nebo současným působením koncentrovaného sublimátu a fuchsinu. (Methoda I. Růžičkova, jejíž podstata záleží v analogickém sloučení — sublimát + fuchsin + hmota sporoidní.) Stejným způsobem zbarvil jsem tělesa současným působením koncentrované kyseliny pikrové + fuchsinu.

Zajímavý jest pokus následující, který jsem provedl s posléze jmenovanou směsí: Do koncentrované kyseliny pikrové nalil jsem roztok fuchsinu; ihned utvořila se mocná sraženina. Po profiltrování zbyla červenavožlutá tekutina,

kterou jsem zbarvil fixovaný praeparát. Zbarvení těles bylo ojedinělé a málo distinktní (růžové). Když však jsem rozmíchal do kapky této tekutiny částečku kultury s individui obsahujícími sporoidní tělesa, tu během několika minut zbarvila se mi tělesa sporoidní krásně červeně v žlutě zbarveném individuu.

Příčina, proč nezbarvila se tělesa ve fixovaném praeparátu a zde ano, spočívá asi v tom, že chemická změna tělesa sporoidního resp. jeho hmoty působením kyseliny pikrové může se dostaviti pouze u těles, která neztratila ještě fixací schopnost chemické přeměny působením pikrové kyseliny.

Působením kyseliny pikrové doznávají tělesa takové přeměny chemické, že mají elektivní schopnost zcela nepatrné množství barviva červeného nevysráženého z této kyseliny si přitáhnouti.

Stejného effektu jsem docílil, když rozmíchal jsem materiál s tělesy sporoidními do filtrované tekutiny vzniklé po vysrážení fuchsinu nebo lépe methylové violeti v Lugolově roztoku (tu však nebyly obrázky tak distinktní).

Spórový vzhled těchto těles dal mnohým badatelům podnět k domněnce, že jedná se o pravé spóry.

Dle dosud platného mínění jest jediným kriteriem pro vlastnost pravých spór 1. specifické zbarvení, 2. resistence vůči vysokým teplotám a vůbec nepříznivým vlivům a 3. schopnost vyklíčení v nové individuum.

Pokud týká se prvého bodu, jest nutno zjistiti u sporoidních těles schopnost specifického zbarvení na spóry.

Dle Růžičky (l. c.) se tělesa tato nebarví. Leč již Moellerovi se podařilo tělesa analogická v bakteroidech bakterií žijících symbioticky s rostlinami motýlokvětými (Bac. radicicola), jakož i tělesa sporoidní u jiných bakterií zbarviti na spóry.

I já jsem se přesvědčil, že lze někdy zbarviti tato tělesa Moellerovou methodou specifického barvení na spory (Acid. chrom. 5% — 10 minut, karbolový fuchsin Ziehl-

Neelsenův za horka 1 minutu, 5% H_2SO_4 10 vteřin, dobarvování methylenovou modří); tělesa však se nebarvila všechna, a hlavně isolovaná tělesa nepravidelných obrysů hroudovitých nikoliv. Rovněž tak nepodařila se mi tato reakce barevná v každém případě, ač mohu říci, že ji dobře ovládám, a u kontrollních pokusů s pravými spórami se mi vždy podaří. Možno, že barví se tato tělesa tímto způsobem pouze v určitých stadiích vývojových.

S tímto způsobem barvení na spóry souvisí direktně otázka t. zv. acidoresistence těles sporoidních.

Zbarvením horkým Ziehl-Neelsenovým karbolovým fuchsinem (1—2 minuty) a odbarvováním 20% H_2SO_4 zjistil jsem vyslovenou acidoresistenci hlavně v kultuře č. 20. (glukosa + K_2HPO_4 + tristearin); příčinu této acidoresistence právem hledám v tuku přidaném kultuře. Analogickým zjevem je fakt zjištěný více autory (Bienstock, Gottstein, Potet, Pelegrino), že bakterie pěstované ve výživných substrátech obsahujících tuky stávají se »säurefest«. Kruse (l. c. p. 1136) praví: »Gewöhnlich handelt es sich aber wohl hier um eine nicht beständige Ernährungsmodifikation (Fettnahrung?)*.)

Co se týká tedy prvého bodu, ohledně specifického barvení těles na spóry, mohu říci, že tato tělesa barví se methodou Moellerovou, specifickou pro tinkci

---

*) Nebude od místa, když se zde zmíním letmo o zajímavém sem spadajícím faktu; v kultuře Mycobact. tuberculosis typ. hum. vyrostla mi též Sarcina (asi lutea?); po delší době vyšetřoval jsem tuto znečištěnou kulturu a barvil na tuberkulosní bakterie, a tu jsem zjistil, že většina individuí této sarciny barvila se stejně jako tuberkulosní mikrob. Myslím, že jedná se zde o zjev analogický dříve popsanému. Zjev tento je v literatuře známý; poukazuji pouze na jednu práci již starší (z r. 1897). Gibier (63) nalezl, že bakterie pěstované v tekutých výživných substrátech spolu s tuberkulosními bacilly akvirují od těchto acidoresistenci stejně jako tyto, t. j. vzdorují odbarvování 33% HNO_3. Zajímavo je, že podržují tuto acidoresistenci ještě v následující generaci v obyčejném bouillonu, byť i částečně již zmenšenou. Gibier soudí z toho, že tuberkulosní bacilly secernují částečně substanci podmiňující tuto acidoresistenci do kultivačního media a že tuto přijímají pak do svého těla i jiné bakterie v témž mediu rostoucí.

spór jen **podmínečně.** Avšak i v tom případě, kdyby tělesa tato barvila se bezpodmínečně, nebyl by tím ještě nikterak podán důkaz povahy spórové, neboť sám autor této barevné reakce pokládá ji za podmínečně specifickou, t. j. jen po vyloučení elementů spóry vnějším vzhledem napodobujících; tím eliminována jsou v první řadě tělesa sporoidní.

Co se týká druhého a třetího bodu, tu musím podotknouti toto: O resistenci vůči vysokým teplotám a nepříznivým vlivům nemohl jsem se u svých sporoidních těles přesvědčiti, ježto jsem neoperoval s čistým materiálem sporoidním, nýbrž vždy byla tělesa sporoidní promíchána pravými spórami. Mohl jsem se sice přesvědčiti, že vlivy neničící spor nezničily ani sporoidních těles, avšak tento negativní důkaz není žádným důkazem, ježto nesvědčí o vitalitě nějaké hmoty ta okolnost, že nenastala po působení škodlivého vlivu destrukce hmoty.

Avšak mohu a priori vyloučiti resistenci těles sporoidních vůči vysokým teplotám a škodlivým vlivům indirektně negativním důkazem třetího bodu spórového kriteria; *nikdy* se mi nepodařilo totiž pozorovati klíčení těchto těles ani na praeparátě in vivo pod mikroskopem, ačkoliv viděl jsem na témže praeparátě vyklíčiti téměř všechny spory.

Ostatně proti sporové povaze těchto těles mluví ještě ta okolnost, že sporoidní tělesa téhož individua differují v nejvyšší míře svými dimensemi, čehož u spor nebývá, dále jich velký počet v jediném individuu [nejvyšší počet spor u pravých bakterií je v jednom individuu 2 (na př. Bacillus inflatus)]. Kromě toho různý tvar sporoidních těles. Kdežto pravé spóry vždy zachovávají u jednoho a téhož individua jeden základní tvar (u bacillů s kulatými spórami jsou tyto v celé kultuře i v celé generaci vždy kulaté, u bacillů s oválními vždy ovální,*) vidíme

---

*) Zde nemožno bráti v úvahu údaje v literatuře, že podoba spór může se u jednoho druhu bakterií měniti vlivem vnějších podmínek, na př. z kulovité do ellipsovité, jak popisuje na př. Hibler (82) a jak se ještě zmíním, ježto i v tomto případě zachovávají spóry pak základní nově akvirovaný tvar, kdežto sporoidní tělesa mají v jedné kultuře co nejrůznější tvar.

u sporoidních těles vždy největší rozmanitost forem — přechody od oválních do úplně kulatých těles. Konečně mluví proti povaze a významu spóry ta okolnost, že tělesa sporoidní nejsou differencována v znatelnou a odlišnou membránu a obsah, jako u pravých spór, u nichž se můžeme o existenci membrány přesvědčiti, byť i ne ve všech případech in vivo na nezbarveném praeparátě, tož aspoň působením barvících method, a hlavně při klíčení spory. Proti existenci differencované membrány u sporoidních těles mluví ostatně již ta okolnost, že rozpadlá, isolovaná tato tělesa mají po většině nepravidelné formy hrud různé podoby a přenesena na nový výživný substrát (po př. na témže substrátu, kde vznikla) po delší době úplně se rozpadávají a mizí.

A konečně ještě mluví proti povaze spórové okolnost, souvisící vlastně s prvním bodem spórového kriteria, t. j. barvení sporoidních těles methodami dříve uvedenými, jimiž se spóry vůbec nebarví.

Z jiných výsledků barvení sporoidních těles uvádím ještě, že tělesa barví se sice okamžitě intensivně žlutě dimethylamidoazobenzolem (4:100 alkoholu 95%),*) nebarví se však ani Sudanem III (Amidoazobenzol-azo-β-naphtolem), ani alkannou, ani kyselinou osmičelou, což by se zdálo nasvědčovati povaze nikoliv tukové.

Nebarví se methodou Gramovou ani obyčejnými barvivy.

II. Mikrochemické reakce těles sporoidních.

Co se týká mikrochemického vyšetřování hmoty těles sporoidních, poukazuji na tabulku č. 2., kde uvedeny jsou výsledky mikrochemických reakcí spolu s kontrollními údaji mikrochemických reakcí u jiných inklusí v bakteriích a hmot jaderních.

K vůli snadnějšímu přehledu uvedu v textu hlavně positivní reakce.**)

---

*) Dle A. Meyera (126d) specifické zbarvení na tuky.

**) Pro posouzení správného provádění reakcí mikrochemických dovoluji si uvésti, že kromě reakcí na praeparátech fixova-

Tělesa sporoidní nerozpouštěla se ani ve studené ani vařící vodě, tudíž nejsou tělesy **volutinovými** (A. Meyer), rovněž ne **glykogenem**, pro nějž by mluvilo červenohnědé zbarvení jodjodkaliem. Teprve v autoklavu při 150—160° C mizí.

V různých alkalicky reagujících roztocích se za studena nerozpouštějí ani delším působením; rozpouštějí se však jednominutovým zavařením v 3% KOH a antiforminu. Nerozpustnost jich v pouhém antiforminu (konc.) svědčila by o podobné jich chemické povaze, jaké má tělo bacillů tuberkulosních.

Z kyselin rozpouští se tělesa tato pouze v koncentrované kyselině sírové; tato reakce ovšem není žádnou kvalitativní reakcí mikrochemickou, ježto kyselina sírová koncentrovaná spaluje a rozrušuje velikou většinu hmot organických. Z této reakce nelze činiti žádných určitých dedukcí na chemické příslušenství.

Stejně nelze činiti dedukce z positivní reakce s 20% kyselinou chromovou, ježto tato rovněž úplně rozrušuje organické hmoty jako silné činidlo oxydační.

Koncentrovaný roztok chloridu zinečnatého rozpouští zavařením tato tělesa; dle Abelesa*) vylouží se chloridem zinečnatým z neutrálního roztoku dusík obsahující sloučeniny, kdežto glykogen není attakován.

Z fermentů (ptyalin, pepsin, trypsin) neattakuje ani jediný sporoidních těles; nejde tudíž o žádné uhlohydráty rázu škrobu, ani o bílkoviny štěpitelné těmito fermenty (pepsinem a trypsinem).

Koncentrovaný chloralhydrát (čerstvý 5:2) rozpouští tělesa ve 20 hodinách.

Z činidel extrahujících tuky rozpouští jediné **alkoholický louh** tělesa sporoidní po 15 minu-

---

ných na sklíčku prováděl jsem hlavně reakce na materiálu ve větším množství vzatém z kultury a rozmíchaném direktně ve větším množství dotyčného chemického činidla.

*) Zeitschr. f. analyt. Chemie Bd. XVII., p. 500; cit. Heinze (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 12. 1904, p. 48.)

tách za studena, za současného zavaření již během 1 minuty.

Z uvedených mikrochemických reakcí jest vidno, že tělesa sporoidní mnou vyšetřovaná shodují se v mikrochemických reakcích pouze s tělesy Dietrich-Liebermeisterovými a sporoidními tělesy Růžičkovými.

Extrahoval-li jsem však tělesa ta alkoholickým louhem, kteroužto reakci jsem znovu a znovu prováděl, zjistil jsem, že tělesa tato se v alkoholickém louhu rozpouštějí, a to i za studena (ovšem po delší době) i za horka (během 15 minut); nejvýš zajímavo jest, že isokoncentrický vodní roztok KOH rovněž rozpouští tělesa 2minutovým zahřátím, a stejně koncentrovaný antiformin.

Dle stávajících názorů mluví tato reakce určitě pro **tukovitou chemickou povahu těles sporoidních**, jež se tvořily v mnou vyšetřovaných mikrobech.

Jest nutno, abych nyní srovnal výsledky reakcí mikrochemických a tinkčních method s údaji v literatuře.

Detailní popis barevných a mikrochemických method na bakterielní tuk nachází se v práci Grimmeho a A. Meyera.

Z mikrochemických reakcí uvádí A. Meyer rozpustnost tukových kapek v ledové kyselině octové po 4 hodinách; rovněž v mých pokusech rozpouštějí se tělesa po delší době.

Rozpustnost v koncentrovaném roztoku chloralhydrátu rovněž se shoduje.

V mých pokusech nerozpouštěla se tělesa sporoidní v Eau de Javelle; rovněž u Meyera se nerozpouštějí. V alkoholu, chloroformu a jiných tuky extrahujících činidlech se nerozpouštějí Meyerovy kapky tukové, právě jako moje tělesa sporoidní. 1% KOH rozpouští po delší době (po osmidenním působení); mně podařilo se urychliti extrakci zahřátím zředěného louhu.

Co se týká barevných reakcí nacházím rovněž mnohé shody s výsledky Meyerovými:

Tukové jeho kapky nebarví se obyčejnými barvivy, pouze delším vařením s karbolovým fuchsinem; pro jich acidoresistenci mluví regressivní barvení dle Bungeho (2 minuty chloroform, 3 minuty natriumsuperoxyd + voda, 1minutové zahřátí v karbolovém fuchsinu, odbarvování 1 minutu

Tabulka č. II. Srovnávací

	Reagens	Sporoidní tělesa v Bac. megath. var.	Ochracein Luska 1914	Volutin Grimme 1902	Volutin Art. Meyer 1904, 1912
	Destill. voda stud.	—	+ po 4—6 dnech	+ (ve 2—3 dnech	
	dtto teplá 80°	—	+(po 5 min.)	+ (během 5 minut)	
	dtto vařící	—	+(částečně)	+ (ihned i u fixov. praep.)	
	dtto 150—160°	+	.	Na_2CO_3 a KOH + v každé koncentraci v 5 minutách	
Alkalie	5% Na_2CO_3 . .	—	.		
	10% Na_2CO_3 . .	—	.		
	koncentr. » . .	—	.		
	1% KOH . . .	—	—		
	5% KOH . . .	— (ani po 24 hod.) (2minutovým zavařením +)	.		
	konc. » . .	— (1minut. zavařením +)	10% + (částečně)		
	1% NaOH . . .	—		?	?
	konc. » . .	(ani po 10 min.) 1 minut. zavařením +)	.	?	?
	Eau de Javelle	— (ani ve 24 hod.)	.	—	+ (v 5 min.)
	Antiformin . .	— (v 15 min.) (1minut. zavařením +)	.	?	?
	Liqu. ammon. caust.	—	.	?	?
	Baryumhydrat	—	—	?	?
Kyseliny	1% H_2SO_4 . . .	— (ani po 24 hod.)	—	1% kys. + (ve 24 hod.) 5% kys. + (v několika min.) silnější kyseliny + okamžitě	+ (ve 24 hod.)
	5% » . . .	— (ani po 24 hod.)	—		+(v 5—10 min.)
	konc. » . . .	+ (v 1 minutě)	.		?
	1% HCl . . .	—	—		+ v 5—10 minutách
	5% » . . .	—	+ (částeč.)		
	konc. » . . .	— (ani ve 2 min.)	.		.
	1% HNO_3 . . .	—	.		.
	5% » . . .	—	.		.
	konc. » . . .	—	.	25% + (okamžitě)	.
	zřed. kys. octová	—	%?	1% + (pomalu)	.
	ledová kys. »	+ (po 20 hod.		?	?
	konc. kys. pikr.	—	.	—	—
	1% kys. chrom.	— (ani po 20 hod.)	.	.	.
	5% » »	— (ani po 20 hod.)	.	.	.
	20% » »	+ (během 15 minut)	.	.	.
	5% kys. karbol.	—	.	—	?
	kys. fluorovodík.	—	.	.	.

tabulka mikrochemických reakcí.

Kyselina nukleinová Art. Meyer 1904	Nuklein Sumbal 1913	Jádra erythrocytů Sumbal 1913	Sauerstoff übertragende Körperchen Dietrich-Liebermeister 1902	Sporoidní tělesa Růžička 1907	Tuk A. Meyer 1912
.	—	—	—	—	.
.	—	—	—		.
+	—	—	— (ani za hod.)		.
	.	.	.	.	.
+	5—20% alkalie + i nuklein i jádra		.	.	.
.			—	.	.
.			.	.	.
.			.	.	+
.			—	.	.
.			.	.	.
.			.	.	.
.			.	.	.
+	+	+	— (ani za 24 hod.)	.	—
.	.	.	?	.	.
.	.	.	—	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	I silné roztoky těchto kyselin — nerozpouštějí	.	.
+ (pomalu)	5—10% nerozpouští ani nukleinu ani jader			.	.
50% + (ihned)				.	.
.				.	.
.				.	.
.				(4:3 H_2O) —	.
.	.	.		.	.
.	.	25% — (ani za 16 hod.)		.	.
.	.			.	.
.	.	.	—	.	.
.	.	.	—	.	+
.	—	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

Tabulka č. II. Srovnávací

	Reagens	Sporoidní tělesa v Bac. megath. var.	Ochracein Luska 1914	Volutin Grimme 1902	Volutin Art. Meyer 1904, 1912
Roztoky solí minerálních	$CuSO_4$ konc.	— (ani ve 48 hod.)	.	.	.
	$MgSO_4$ »	— (ani ve 48 hod.)	.	.	.
	Ferrocyankali konc.	— (ani ve 48 hod.)	.	.	.
	NaCl 20%ní	— (ani ve 48 hod.)	.	10% —	?
	Na_1HPO_4 10%ní	—	.	.	.
	$KHPO_4$ 10%ní	—	.	.	.
	$ZnCl_2$ konc.	+ (zavařením)	.	.	.
	$AgNO_3$ 10%ní	—	.	.	.
Enzymy	Pepsin (žal. šťáva)	—	—*	— (účinkují indifferentně pouze jako voda resp. kyselina, v níž účinkují)	(účinkují indifferentně pouze jako voda resp. kyselina, v níž účinkují)
	Trypsin	— (ani po 24 hod.)	—*	— (účinkují indifferentně pouze jako voda resp. kyselina, v níž účinkují)	(účinkují indifferentně pouze jako voda resp. kyselina, v níž účinkují)
	Ptyalin (filtrát slin)	— (ani po 16 hod.)	—	.	.
	Papayotin	?	.	.	.
Reagence na tuky	Alkohol	—	—	—	—
	Alkoholický louh	+ (během 15 min. za studena)	?	?	?
	Chloroform	—	—	—	—
	Ether	—	—	—	—
	Ether petrolejový	—	.	.	.
	Ether-alkohol	—	.	.	.
	Benzin	—	.	.	.
	Chloralhydrat 5:2	+ (ve 20 hod.)	.	—	+
	Koffein konc.	—	.	.	.
	Taurocholan sodnatý 1%	— (ani po 20 hod.)	.	.	.
	Formaldehyd	—	.	—	—
	Millonovo reagens	— (po 5 min.)		+ (okamžitě)	+ (okamžitě)
	Chlorjodzink	—	.	—	.
	konc. JJK	—	.	+ (pomalu)	— (méně láme světlo)

tabulka mikrochemických reakcí:

Kyselina nukleinová Art. Meyer 1904	Nuklein Sumbal 1913	Jádra erythrocytů Sumbal 1913	Sauerstoffübertragende Körperchen Dietrich-Liebermeister 1902	Sporoidní tělesa Růžička 1907	Tuk A. Meyer 1912
.	.	.	.	—	.
.	.	.	.	—	.
.	.	.	.	—	.
.	.	.	.	—	.
.	.	.	—	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
—	—	—	—	—	.
?	+	+	—	—	.
.	.	.	—	.	.
.	.	.	—	.	.
—	—	—	—	—	—
?	?	?	?	.	.
—	—	—	—	.	—
—	—	—	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	— (ani za několik dní při 57°)	—	.
.	.	.	—	.	.
+(po 5 min.)	+	+	—	.	+
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	—	—	.
.	.	.	.	.	.
.	— (barví se, láme méně světlo)	— (láme slaběji světlo než cytoplasma)	.	.	— (barví hnědě)

15 vteřin 5% kyselinou sírovou); Meyer dostává dobré zbarvení tukových těles zavařením fixovaného praeparátu pouze v karbolovém fuchsinu delší dobu a differenciací 5% kyselinou sírovou. Meyer sám nazývá toto zbarvení (l. c. p. 229) »Säurefestigkeitfärbung«.

Až dosud shodovaly se tyto barevné reakce s mými, pouze mohu říci, že mé jsou distinktnější. Rovněž shoduje se zbarvení naphtolovou modří dle receptu Dietrich-Liebermeisterova (dimethylparaphenylendiamin + α-naphtol). Autoři soudili ze zbarvení naphtolovou modří, že tělíska se barvící mají za úkol aktivovati molekulární kyslík vzduchu, že fungují jako »Sauerstoffüberträger«. A. Meyer ukázal však, že zbarvení naftolovou modří je specifickým barvením tuků.

Zbarvení Sudanem III a alkannou se mi oproti nálezům ostatních badatelů nezdařilo, rovněž tak nezdařilo se mi zbarvení kyselinou osmičelou, která ani Meyerovi nebarvila tukových tělísek. Barvení dle Grama rovněž dopadlo negativně jako Meyerovi.

Co se týká zbarvení těles sporoidních dle method popsaných Billet-Bůžička-Meyerem, jakož i mojí modifikací, tu musím poukázati též na práce Eisenbergovy. Tento autor přišel na základě množství pokusů s různými barvícími methodami k resultátu, že tukové inkluse v bakteriích ve vodě dají se zbarviti celou řadou barviv, když předchází applikace vhodných látek rozpustných v tukových olejích. Jako taková antecedentně dobře působící mořidla doporučuje naphtol, phenol, pikrovou kyselinu a jod, jako barviva vhodná pak pouze basická barviva, hlavně mezi těmito soli rosanilinové (na př. fuchsin) a p.; při použití jodu jako mořidla, jakož i pikrové kyseliny dá se použíti jako barviva i methylové violeti. Kromě tohoto kombinovaného barvení může se použíti direktně jako barviva oněch sloučenin vznikajících při popsaném barvení v oněch tucích, rosanilinjodu nebo rosanilinpikratu, když jsou rozpuštěny v alkoholu a v malém množství přidány k praeparátu. Avšak o těchto posledních methodách barvících praví Eisenberg, že nejsou dosti elektivní, že barví se spolu též cytoplasma v světlejším tónu.

Připomeneme-li si moje methody barvící dříve popsané (str. 36), tu vidíme, že spočívají na témže principu, avšak mohu o svých pokusech tvrditi, že zbarvení bylo elektivní, a nikdy nedostal jsem v praeparátě obtížných sraženin, jako Eisenberg.

Eisenberg se domnívá, že nejde o barvení chemické, nýbrž fysikální; snad prý mořidlo následkem své rozpustnosti v tuku diffunduje dovnitř tukových granulí a tam dává podnět k tvoření barevné sloučeniny, jež barví granula fysikálně.

V pozdější práci uvádí Eisenberg ještě jinou methodu k elektivnímu barvení tukových granulí, která v podstatě jest modifikací předešlých jeho method; bakterielní materiál dá do 1% roztoku chloridu zlatnatého nebo koncentrovaného roztoku sublimátu a přidá vodní roztok fuchsinu. Jest to vlastně podstata mé modifikované methody barvení (fuchsin + Lugol) a druhá s roztokem sublimátu je v základu methoda Růžičkova II.

Eisenberg rozpustil též tato tuková tělesa několikaminutovým zavařením v alkoholickém louhu, neb 24hodinovým působením téhož činidla za studena.

*

Dle mikrochemických reakcí jest naprosto vyloučena jiná možnost, nežli, že jedná se u těles sporoidních **o hmotu povahy tukovité**. Tomu nasvědčuje jednak rozpouštění se těles v alkoholickém louhu,*) jednak reakce barevné, hlavně jodjodkaliem a mojí modifikovanou methodou. K vůli jistější kontrole a na radu svého kollegy assistenta chemika ústavu dra Kroulíka barvil jsem čisté tuky jak jodkaliem, tak i mojí methodou na sporoidní tělesa.

Resultáty byly překvapující; uvádím k vůli názornosti jeden takový pokus:

---

*) a ostatní mikrochemické reakce svědčící o tukovité povaze těles (viz str. 42, 43).

Reagens	Sporoidní tělesa: fixovaný praeparát	Tristearin: natřený na sklíčko
JJK (5 : 10 : 100)	Tělesa zbarvená žlutohnědě až tmavohnědě α) zbarvení dá se odstraniti vodou	Tukové kapičky barví se žlutě až žlutohnědě po př. tmavohnědě α) zbarvení dá se odstraniti vodou.
Lugol + fuchsin	Tělesa se zbarví purpurově červeně α) zbarvení nedá se vyprati vodou β) zbarvení nedá se odstraniti 3% H_2SO_4	Tukové kapičky zbarví se červeně α) zbarvení nedá se vyprati vodou β) zbarvení nedá se odstraniti 3% H_2SO_4

Že nejedná se o tuk známé chemické skladby, jest více nežli jisto; proto také myslím, že bylo by lépe, kdyby místo v literatuře obvyklého názvu »Fette« nebo »Fettropfen« bylo používáno názvu »fettartige Körperchen seu Granula« anebo z názvů již obvyklých ‚sporoidní tělesa‘.

Že nejedná se o čistý tuk stricto sensu (glycerin + kyselina tuková), soudím již z toho ohledu, že mikrochemickou methodou Mac Alumovou na konstatování fosforu kyselinou fosforomolybdenovou + phenyhydrazinem*) podařilo se mi zjistiti i po antecendentní extrakci sporoidního materiálu étherem a alkoholem někde modré zabarvení těles; ovšem dávala mi tělesa kromě toho též, a to ve většině zbarvení růžové nebo slabě fialové.

Jedná se jistě o chemické individuum povahy tukovité, v jehož sloučenství mohou se nacházeti též i jiné látky, takže je možno, že se chemickou povahou blíží částečně bílkovinám nebo uhlohydrátům.

Ostatně snadno také lze si představiti, že tato tukovitá látka je příbuzná s lipoidy, jak v literatuře se uvádí; tak soudí Moeller (132), že tělesa v bakteroidech jsou povahy

*) Abderhalden, Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden Bd. V_2 1912. p. 1138 ff.

cholesterinovité, nebo snad směsí cholesterinu s tukem, voskem nebo pryskyřicí jako u hub.

*

Při vyšetřování vývojového cyklu mého bacilla přišel jsem na různé okolnosti svědčící o zvláštních vztazích těchto sporodních inklusí k ostatním součástkám těla bakterielního.

Vyšetřování vývojového cyklu od spóry neprováděl jsem pouze in vivo nebo barvením fuchsinem zředěným a Giemsou, nýbrž též barvením silným roztokem jodjodkalia, a mojí modifikovanou na tělesa sporoidní.

Tu pak přišel jsem na zajímavou okolnost, že též struktura, jaká se jevila při vyšetřování vývojového cyklu ostatními methodami byla i při použití tohoto barvení. Myslím, že nemusím opakovati zde celý vývoj, jejž jsem vylíčil dříve; stačí poukázati na přiložené obrázky tab. II. XI 1—23, XII. 1—18, III. XII 19—25, a říci, že totéž, co barvilo se mi fuchsinem a Giemsou nebo vitálně brillantkresylovou modří nebo dle Ernsta, barvilo se mi zde jodjodkaliem žlutohnědě až hnědě, a purpurově červeně methodou na sporoidní tělesa.

Zrna přehrádkotvorná, granula sítě v bacillu, základy spórové — to vše barvilo se krásně těmito methodami; pouze zralé spóry se nebarvily, kdežto zase naopak sporoidní tělesa dala se sledovati až do jich isolování po rozpadu těl bacillů, kdy barvila se jodjodkaliem již jen pouze slabě žlutavě, a methodou Lugol + fuchsin také jen špinavě žlutavě nebo se vůbec nebarvila.

Jaké vztahy jsou mezi sporoidními tělesy a ostatní hmotou bacilla není na první pohled jasné; stejná barvitelnost poukazovati může na to, že hmota sporoidní bere svůj původ v t. zv. chromatinu buněk bakterielních, jak soudí Růžička (l. c.).

Obrázky vnitřní struktury individuí počínajících se transformovati v pozdější heteromorfosy se spoustou sporoidních inklusí zřejmě tomuto výkladu nasvědčují (viz na př. tab. **3.**, obr. 3.abcd). Pozdější tělesa sporoidní vznikají bezpochyby z granulí sítě chromatinové; vlivem výživné půdy zvětšují granula své dimense a přeměňují svou hmotu chemicky v po-

zdější hmotu sporoidní, která posléze vyplňuje celé individuum v podobě koulí.

Pochod přeměny téměř celé hmoty bacilla v tělesa sporoidní vysvětluji si asi následujícím způsobem:

Vliv hojné výživy manifestuje se u vegetativních individuí hojným rozmnožením chromatinu, dělením a čilou tvorbou spor. U některých individuí (po př. i u některých s vyvinutými již spórami) jest assimilace takovou měrou zvýšena, že poměr mezi assimilací a dissimilací je takový, že individuum daleko více látek přijímá nežli spotřebuje; přebytek ukládá se v těle. Střediskem assimilační činnosti je jádro resp. chromatin; v něm také musí se, anebo aspoň z něho vychází přeměna assimilované látky na hmotu tukovitou. V první době podléhají této — abych tak řekl — »t u k o v é p ř e m ě n ě« pouze určitá granula chromatinová (ojedinělé nálezy tukových kapiček v těle bakterií, jak popisují autoři), konečně zachváceny jsou celé distrikty těla bakterielního; granulum v tukovitou hmotu změněné přílivem nově assimilované hmoty se zveličuje, až utvoří velikou kouli. Koulí takových hromadí se v bacillu čím dále tím více, všechna hmota chromatinová posléze zmizí a celé individuum vyplněno je hmotou sporoidní.

Spóra vzniká, jak jsem dříve vylíčil, konfluencí chromatinové hmoty; tato barví se až ještě v základu spórovém jak jodjodkaliem, tak methodou Lugol + fuchsin, stejně jako hmota sporoidních těles.

Docela mohu souhlasiti s Růžičkou, že sporoidní tělesa vznikají abnormálním vývojem téže hmoty, jako spóry, jak vidno ze shodné barevné reakce v mém případě, avšak abnormálním potud, že ona hmota mění se v tukovitou massu; hmota tvořící spóry ovšem jistě rovněž obsahuje tuky — ježto se tyto skutečně ve spoře dají analyticky dokázati — nemá jich však v takovém množství, jako hmota sporoidní. Holzmüller (87) dokonce tvrdí, že (l. c. p. 39) »Die Fettbildung ist als Vorstufe der Sporenbildung angesehen, da die Körnchen*) in die entstehende Spore eingeschlossen werden.«

*) T. j. tuková zrnéčka.

Tato tuková přeměna není však, aspoň z počátku, zjevem degeneračním ve vlastním slova smyslu, nýbrž hromaděním látek reservních. To dokazuje vitalita heteromorfos.

Že skutečně jedná se o ukládání tuku jako látky reservní, a že individua, byť i heteromorfosovaná, mají vitální schopnost, vidno jest nejlépe z následujícího pokusu:

Kultura z glukosového agaru známého složení (č. 7.), stará 10 dnů, s vyslovenými typickými heteromorfosami a vytvořenými sporoidními tělesy, přenesena byla

1. na agar o stejném složení (glukosový agar + K_2HPO^4),
2. na t. zv. hladový agar Růžičkův.*)

Po 24 hodinách vyšetřovány byly kultury:

1. Na výživném substrátu o stejném složení, jako agar výchozí kultury, nebylo lze při mikroskopickém vyšetření nalézti žádných zvláštních změn.

2. Na t. zv. hladovém agaru byly znatelny velké změny; především při specifickém barvení na sporoidní tuková tělesa (jodjodkaliem a mojí modifikovanou methodou) nenalezeno téměř žádných těles v heteromorfosovaných individuích; za to však konstatován byl zajímavý fakt, že heteromorfosovaná individua jevila dělení v jednotlivá individua příčnými přepážkami a oddělováním se dceřinných buněk od sebe, jakož i ponenáhlé zaoblování dříve špičatých pólů a tloustnutí (šíření) individua.

Tímto způsobem, myslím, je s naprostou jistotou dokázána životnost heteromorfos a jich schopnost na substrátu chudém, nebo vůbec bez výživných látek, využitkovati reservních látek — je stravovati; čilou assimilací a ukládáním reservních látek v těle snížená, až zastavená schopnost dělení se na tomto hladovém agaru vrací.

Poměry tyto studoval jsem také in vivo ve visuté kapce kondensační vody z obyčejného masopeptonového agaru pod mikroskopem a mohl jsem pozorovati již během prvních 3 hodin nápadné mizení silně světlolomných těles z obsahu heteromorfosovaných individuí a jich dělení.

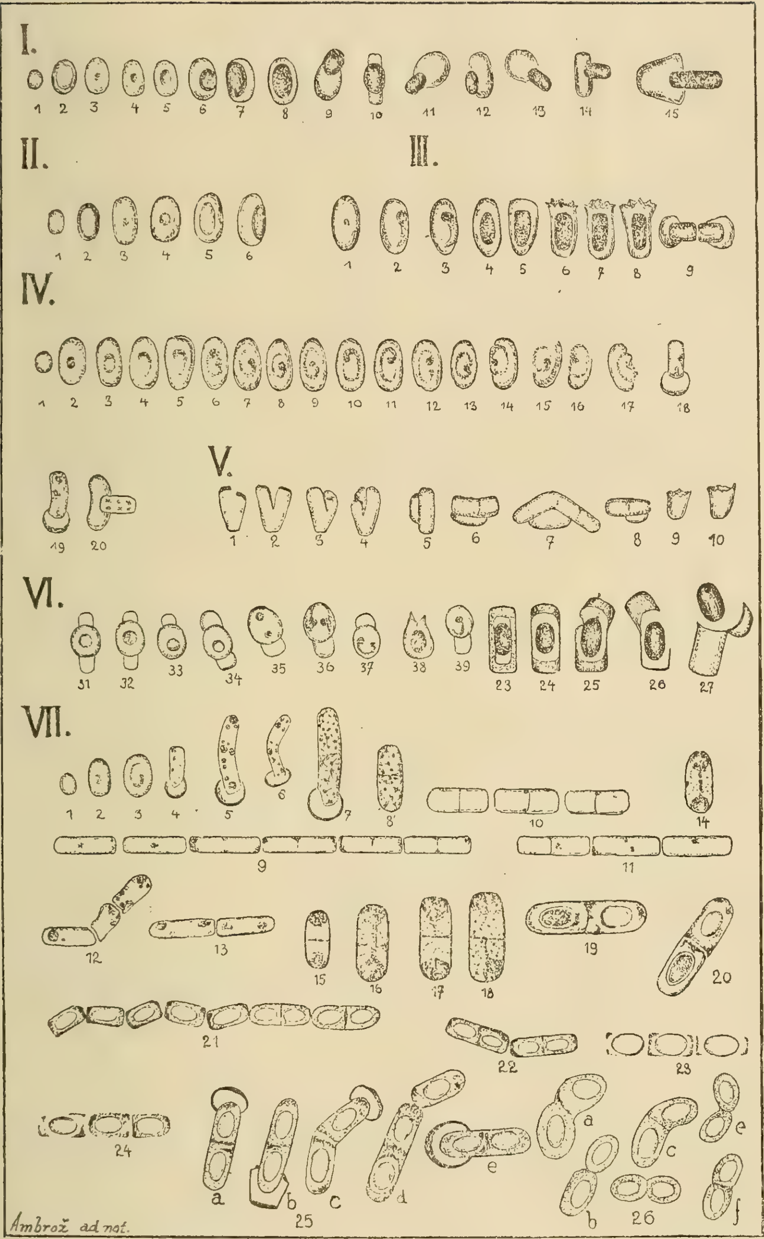
---

*) Vypraný agar vůbec bez přísady (dest. vody 100 : 1·5 agaru) — Růžička (162c).

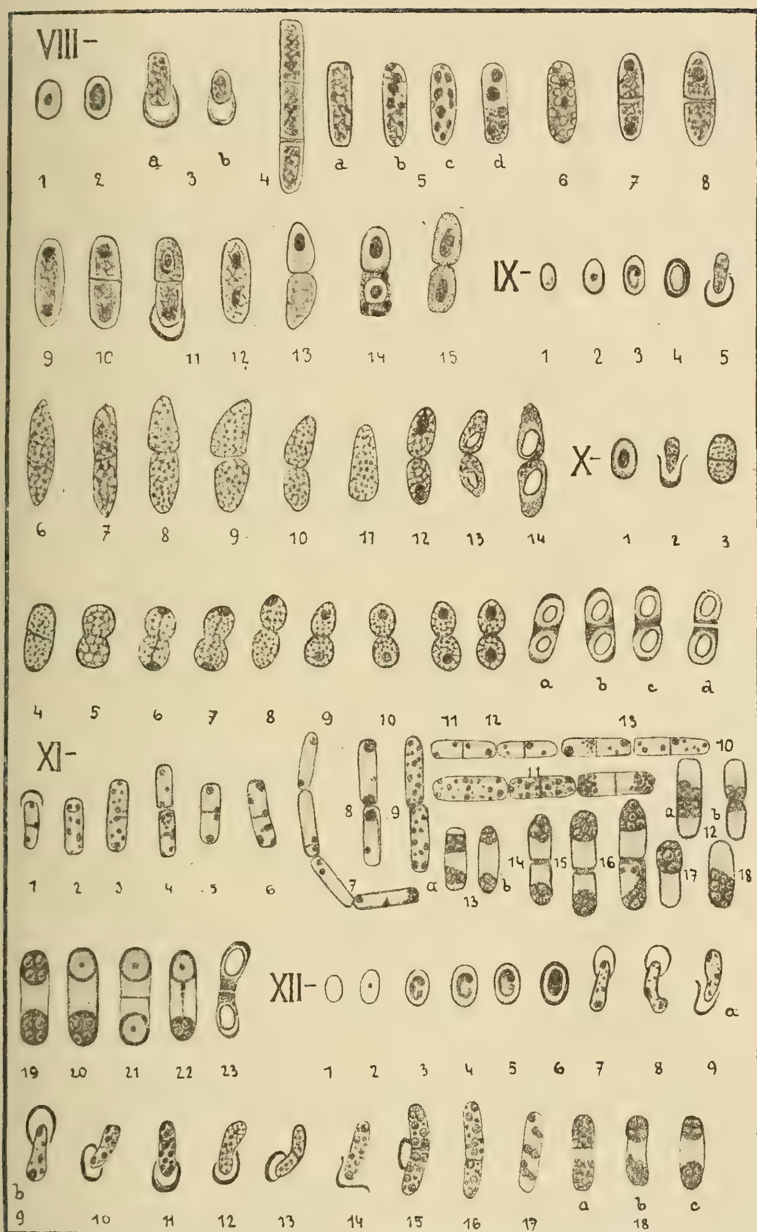
V maximu vývoje heteromorfos a sporoidních těles jest si ovšem těžko představiti možnost individua vrátiti se do původního stavu — individua tato však jeví přece náběh k návratu do původního stavu, a to tím způsobem, že se rovněž dělí čile, ale dělení je zde rázu degenerativního — jest to degenerativní fragmentace v nepravidelné části individua původního nejrůznějších forem. U individuí však, která nebyla ve svém abnormálním vývoji ještě překročila možné maximum, jest možný návrat k úplně normálnímu stavu. Individua jednotlivá nejen že se normálně dělí, ona počínají ponenáhlu nabývati normálních tvarů, zašpičatělé konce se počínají zaoblovati a individuum takové přenesené na agar obyčejného složení (na př. masopeptonový) může se dále rozmnožovati (viz schem. obr. text. 1. IV.).

Nákladem vlastním. — Tiskem dra Ed. Grégra a syna v Praze.

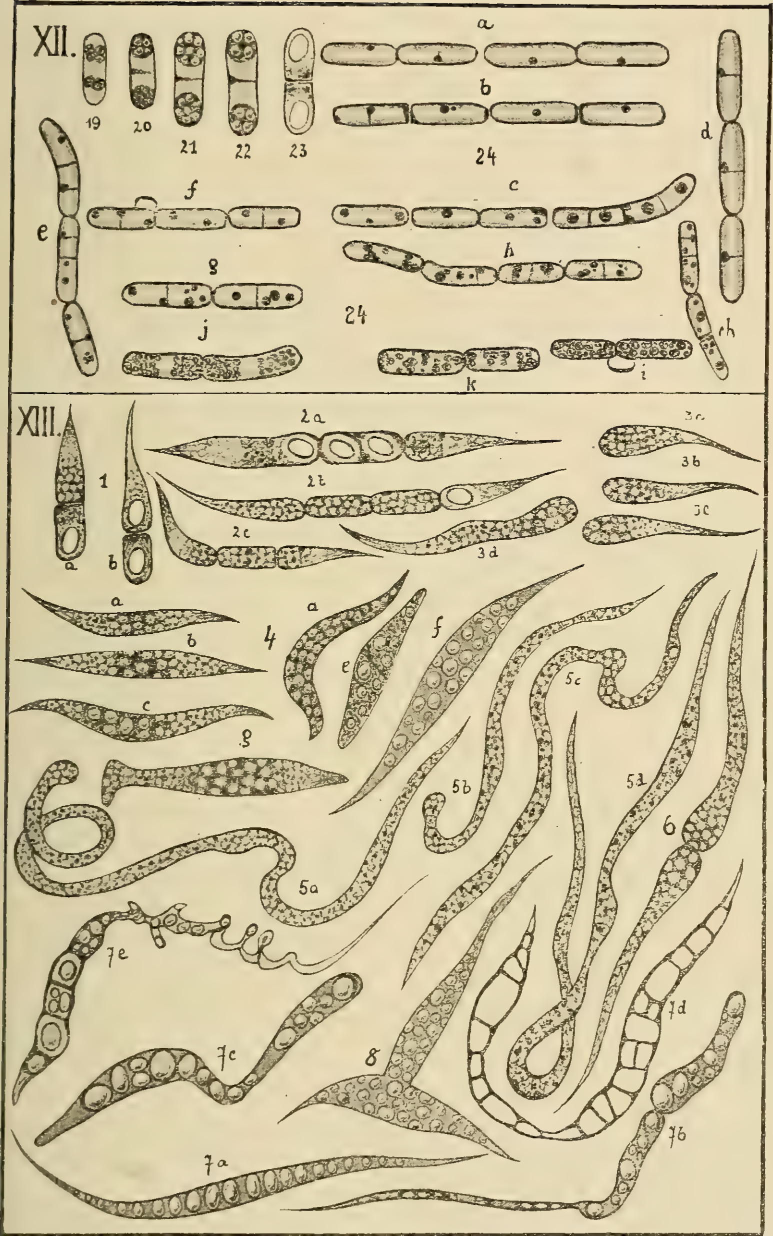
Tab. I.



Tab. II.



Tab. III.



VI.

Karststudien in Australien.

Von J. V. Daneš.

Vorgelegt am 28. Jänner 1916.

Einleitung.

Wie in allen anderen Kontinenten ist auch in Australien der Kalkstein unter den gebirgsbildenden Gesteinsarten sehr stark verbreitet und hat auch in zahlreichen kleineren oder grösseren Gebieten die ihm eigentümlichen Formen, welche als Karstphänomene bezeichnet werden, in verschiedenartiger Intensität entwickelt.

Leider ist die geographische und geologische Durchforschung des australischen Kontinents noch nicht so weit fortgeschritten, dass man schon über alle bedeutenderen Kalksteingebiete und ihre Oberflächenformen unterrichtet wäre, es ist aber doch schon möglich dieselben in drei ihrem Wesen, ihrem Alter und Umfange nach gründlich verschiedenen Hauptgruppen zu gliedern.

Die erste Gruppe bilden die meist räumlich unbedeutenden aber sehr zahlreichen Kalksteingebiete in den alten Faltengebirgen Australiens, welche meist sehr starken tektonischen Störungen und oft auch durchgreifender Metamorphose unterworfen waren. Diese bieten, da klein und hydrographisch unselbständig, für das Studium der Karstphänomene nur wenig Eigenartiges dar. In die zweite Gruppe gehören die grossen Kalksteintafeln mesozoischen oder tertiären Alters, welche tektonisch wenig gestörte, klimatisch und auch anders sehr eigenartige Karstgebiete grossen Umfanges bil-

den, leider jedoch durch ihre weite Entfernung von bewohnbaren Gebieten und ihren wüstenhaften Charakter einer eingehenderen Untersuchung grösste Schwierigkeiten bieten. Die dritte Gruppe umfasst einige kleine räumlich sehr beschränkte Höhlengebiete, welche in tertiären Kalksanddünen entwickelt worden sind und wahrscheinlich nur auf die Küstengebiete Südwestaustraliens beschränkt sind.

Es würde zu weit führen, wenn ich hier nur auch die grösseren in der geologischen und turistischen Literatur mehr oder weniger ausführlich erwähnten Kalksteinvorkommen der ersten Gruppe aufzählen sollte, es kann wohl genügen, wenn ich nur diejenigen anführe, in welchen schon wenigstens die populärste Form der Karstphänomene, nämlich die Höhlen, festgestellt und wenigstens teilweise untersucht worden ist. Durch ihre Höhlen sind meist die silurischen und devonischen Kalke des östlichen Gebirgsgürtels Australiens, der australischen Kordillera ausgezeichnet; in Ostqueensland gibt es zwei allgemein bekannte und schon öfters beschriebene Höhlengebiete; das bei Chillagoe weit im Nordosten und in der Nähe von Rockhampton (Olsen's und Johannsen's Caves) in New South Wales die Höhlen von Jenolan, von Yarrangobilly, am Wombeyan Creek und die Wellington Caves.

Für meine Reise nach Australien habe ich zwar das Studium der Karstphänomene auf das Nebengeleise verschoben, da mich in der ersten Linie die jetzige Lage und die Entwickelung der kontinentalen Wasserscheide sowie andere breitere Probleme der hydrographischen Verhältnisse Australiens interessierten, ich hatte aber dennoch Gelegenheit drei von den genannten Höhlengebieten des gefalteten Gebirgslandes zu besuchen und zwar das Gebiet von Chillagoe (Anfang Februar 1910), die Olsen's Caves (im April 1910) und die Jenolan Caves (im August 1910).

Ursprünglich beabsichtigte ich den späteren Teil meines Aufenthaltes in Australien zum Studium der Karstphänomene des grossen tertiären Karstgebietes zu benützen, das sich im Norden der Grossen Australischen Bucht in der weiten Umgebung von Eucla ausbreitet (sogenannte Nullarbor Plain), dann aber fand ich es nach einer besseren Orientie-

rung in den Verkehrsmöglichkeiten Australiens viel lohnender eine längere Exkursion in das östliche Randgebiet der grossen Kalksteintafel des tropischen Inneraustraliens auf das sogenannte Barkly Tableland in Nordwestqueensland zu unternehmen. Ich bin überzeugt, dass ich hier in kurzer Zeit von 14 Tagen viel mehr an allgemein interessanten Beobachtungen erworben habe, als ich in dem Gebiete von Eucla auch unter einem unverhältnismäßig grösseren Zeit- und Geldaufwande hätte erreichen können. Es war das eine weite recht monotone Reise von der Endstation der grossen Nordbahn Queenslands in Cloncurry durch das dürre und wilde Gebirgsland der nördlichen »Antikordillera Australiens« bis auf das Tafelland bei Camooweal, von dort dann nach einigen Exkursionen zu den nahe gelegenen Höhlen und Dolinengruppen in der nördlichen Richtung zum Gregory River und dann durch die Niederung von Carpentaria über Burketown und Normanton, und durch den breiten südlichen Teil der Yorkhalbinsel nach Cairns! Die ausgezeichnete Postkutschenverbindung, die auch diese entlegensten Gebiete Queenslands genießen, hat es mir möglich gemacht, binnen etwa sechs Wochen diese grosse Strecke von Halbwüsten verschiedener Art, alle Nebenrouten eingerechnet, verhältnismässig bequem und rasch zu absolvieren.

Da mein Aufenthalt in Queensland zu lange währte, war ich genötigt den ursprünglich aufgenommenen Plan, das Euclagebiet zu besuchen, aufzugeben und konnte auch nicht mehr die kleinste von den grossen Kalksteintafeln die sogenannten Mosquito Plains besuchen, die viel näher von dichter besiedelten Gebieten an der Grenze von Südaustralien und Victoria sich ausbreiten. Von den Höhlen der dritten Gruppe habe ich nur die in der Umgebung von Yallingup südlich von Cap Naturaliste Anfang September besucht.

Der Karst in der Umgebung von Chillagoe.[1])

In der Wurzelgegend der York Halbinsel in Nordostaustralien nördl. von 17°30′ südl. Breite zieht sich westlich

[1]) R. L. Jack a. R. Etheridge, The Geology and palaeontology of Queensland and New Guinea. S. 119—121, 609—610, 737.

von der kontinentalen Wasserscheide ein altes Gebirge in der Richtung SO-NW, welches aus stark zusammengefalteten, teilweise metamorphisierten palaeozoischen Schichten besteht, die von mächtigen Stöcken granitischer Gesteine durchbrochen sind. Jetzt ist das Gebirge schon tief abgetragen und nur die widerstandsfähigen Gesteinsarten bilden die kurzen Rücken und Hügel, welche selten um mehr als 100 *m* das Niveau der umgebenden breiten Täler überhöhen und zusammen wahrscheinlich als Überreste einer alten Peneplain aufgefasst werden dürfen, die erst neuerlich von einem neuen, jedoch recht seichten Erosionszyklus betroffen wurde. Die

---

R. L. Jack, The Chillagoe and Koorboora Mining Districts. Queensland Geological Survey Report No. 69. Brisbane 1891.

D. S. Thistlethwaite, The Chillagoe Caves. Proc. R. Geogr. Soc. Australasia. Queensland Branc. Vol. IX. 1894.

Sydney R. J. Skerthly, Tin Mines of Watsonville, and various tin, silver, copper and gold mines at Herberton, Montalbion, Irvinebank, Muldiva, Calcifer, Chillagoe, California Creek, The Tate River etc. Queensland Geological Survey Report. Brisbane 1897.

B. Dunstan, Some Chillagoe geological notes. Annual Report of the Secretary of Mines for the year. 1910. Queensland. Brisbane. 1901. S. 196—199.

R. Etheridge, Junr. On the Occurence of the genus Halysites in the palaeozoic rocks of Q'sld. etc. Q'sld. Geol. Survey. Rept. No. 190. S. 30—32.

R. Etheridge, Junr., The Lower Palaeozoic Corals of Chillagoe and Clermont. Part. I. Q'sld. Geol. Survey Rept. No. 231.

A. Meston, Geographic History of Queensland. Brisbane. 1895. S. 159—160.

J. V. Daneš, Physiography of some limestone areas in Queensland. Proc. Roy. Soc. Q'sland. Vol. XXIII. 78—79.

Neben den Karten, die den Spezialarbeiten R. L. Jack's und S. B. J. Skertchly's beigegegen sind, welche aus der ersten Zeit der bergmännischen Betätigung in diesem Gebiete stammen und was die Topographie anbelangt veraltet sind, gibt ein verhältnismässig gutes Bild von dieser Gegend folgende Karte: Sketch map of the Herberton and Chillagoe gold and mineral fields. Compiled from official and other sources under the supervision of W. H. Greenfield at the Geological Survey Office, Department of Mines 1909 (6 miles = 1 inch). Im Stieler's Handatlas (9. Ausgabe) ist die Lage von Chillagoe, Mungana, Zillmanton und Atherton falsch eingezeichnet.

Talformen dürften meist auf ein schon recht fortgeschrittenes, fast reifes Stadium des neuen Zyklus hinweisen, ich bin jedoch der Meinung, dass unter dem ariden Klima mit grosser mechanischer Verwitterung und mächtiger Wirkung der periodischen Hochwässer, die breiteren Talformen verhältnismässig früher entwickelt werden als im normalen humiden Klima.

In der Gegend westlich von Almaden (Kreuzungsstation der Eisenbahnen Mareeba-Chillagoe Railway und Etheridge Railway) gegen Muldiva treten die ersten Kalksteinhügel auf und ziehen sich dann weiter gegen NW bis in die Nähe des Walsh River NW. von Mungana und Redcap. Am weitesten scheinen sie in der nächsten Umgebung von Chillagoe zu sein, welches Städtchen sich an die Hüttenwerke, in welchen die mannigfaltigen Erze der Umgebung verarbeitet werden, anschliesst. Die absolute Höhe dieses Gebietes bewegt sich zwischen 400—600 *m*.

Die harten, krystallinischen bis marmorartigen Kalke wechsellagern mit Quarziten, harten Sandsteinen, weichen und quarzreichen Schiefern, welche gegen das Granitgebiet zu in Glimmerschiefer und Gneiss metamorphisiert worden sind. Die gegenseitigen Altersverhältnisse der einzelnen Gesteinsarten sind wegen ihrer starken Metamorphose und komplizierten Tektonik bei nur sehr flüchtigen topographischen Aufnahmen noch ziemlich unsicher, das Alter der Kalksteine scheint jedoch schon auf Grund der gefundenen Fossilreste ziemlich sicher von Etheridge und Dunstan als obersilurisch bestimmt zu sein; ursprünglich hat sie R. L. Jack zu der sogenannten Gympie Division des permo-karbonischen Systems gerechnet und S. Skertchly für devonisch gehalten. Nach Jack ist es möglich, dass sich dieser Zug von Kalkgestein noch weiter gegen Norden hinzieht und mit der mächtigen Kalkschichtkomplex zusammenhängt, welcher weiter nördlich in den Stromgebieten des Mitchell River und Palmer River von demselben Auktor festgestellt worden ist.

Ich habe nur kurze Zeit mit meinem Freunde Dr. K. Domin in der Umgebung von Chillagoe verbringen können. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Mac Dermott, des kommerziellen Direktors der Chillagoe Company,

ist uns ein sehr guter praktischer Kenner der Umgebung, der Elektrotechniker Herr T. Campbell zugeteilt worden, welcher uns auf einigen Exkursionen die »limestone bluffs«, die Kalkhügel in der weiteren Umgebung von Chillagoe, die scharfen Quarzitrücken und niedrigeren Kalkhügel südlich von Calcifer und die Kalkhügel bei Mungana gezeigt hat. Die bestbekannten Höhlen befinden sich in den »Bluffs« westlich und südwestlich von Chillagoe.

Die Entwässerung der Gegend geschieht jetzt am meisten oberirdisch, die Hauptwasserader ist der Chillagoe Creek, welcher nur unbedeutende Wassermengen aus den Höhlen empfängt und nur einen kleinen Teil seines Laufes unterirdisch durchmacht. Früher scheint allerdings die vertikale Entwässerung eine wichtigere Rolle gespielt zu haben, allmählich jedoch haben die Wasserläufe, welche in den offenen Tälern fliessen, Übergewicht bekommen, da sie auf dem Granit und den Schiefern einen für die Erosion günstigeren Boden als in dem wetterharten Kalkstein vorfinden. Man kann hier weder jetzt noch in der Vergangenheit von einem hydrographisch einheitlichen Karstgebiet sprechen, da erstens die Wasserscheide meist ausserhalb des Kalkgebietes liegt und so die Wasserläufe schon von Geröll und Sand beladen in dasselbe eindringen, zweitens auch mitten zwischen den Kalkhügeln Granit, Schiefer und Quarzite auf die Oberfläche hervorragen.

Um eine Übersicht über das ganze Gebiet zu bekommen, haben wir gleich am ersten Tage den höchsten Berg in der Umgebung von Chillagoe, den granitischen Metal Mountain bestiegen. Dieser Berg erhebt sich schon ausserhalb der Kalkhügelzone gegen NO. und ist eigentlich eine Ruine eines steilen Neck, dessen Abhänge und Gipfel aus mächtigen mechanisch zersprengten kantigen Blöcken gebildet sind. Von diesem Gipfel sieht man ein Chaos von Hügeln und kurzen Rücken, die meistens weiss-grau und zackig sind, in einer breiten Zone von SW-NO, in der Mitte Chillagoe und die hohen Schlote seiner Hüttenwerke. Ein Bild, welches etwas an die Hügel und kurzen Rücken der Cockpit Country oder des »Goenoeng Sewoe« Typus erinnert, wohl aber durch die

bestimmte Richtung in der Anordnung der Hügelzüge sich von derselben stark abhebt.

Wenn man die verschiedenen Kalkstein »Bluffs« näher untersucht, sieht man bald zwei von einander sehr differierende Typen. Meistens stehen da scharfe zackige Hügel, deren steile Hänge von tiefen Rillen durchfurcht, nach oben in scharfen, tief von Karren zerfurchten Kanten endigen; auf zwei Stellen jedoch, an dem sogenannten Löwenkopfhügel (Lion's Head Bluff) bei Chillagoe und auf einer Stelle zwischen Mungana und Redcap habe ich ganz andere Hügelformen getroffen; recht glatte Oberflächen der Felsen, nur kleine, rudimentäre Karren, echte Evorsionsformen und auch Gerölle von Quarz und Granit; kurz und gut unleugbare Spuren heftiger mechanische Wassererosion. Die wenig fortgeschrittene Entwickelung der Karren bezeugt, dass die Zeit, in welcher zwei mächtige Wasserströme quer über die Kalkhügelzone flossen, die Felsenoberflächen mit ihrem Gerölle abschliffen und in den Riesenkesseln einen Teil ihrer Gewässer in die Höhlengänge der Kalkzone verschwinden liessen, noch nicht sehr lange zurückliegt. Natürlich ist seit der Zeit die Richtung und Lage der Wasserläufe ganz anders geworden, dieselben haben sich die breiten Täler ausgeräumt, deren Boden schon einige zehn Meter tiefer liegt, als der glatte Hügel des Lion's Head, und erst nach einer sorgfältigen topographischen und geologischen Aufnahme der Gegend wird es vielleicht möglich sein, diese auf dem Kalkgestein konservierten, unleugbaren Spuren alter Wasserläufe näher zu charakterisieren und den Verlauf, die Richtung und das geologische Alter dieser alten Flüsse näher anzugeben.

Nach den sekundären Kalkablagerungen zu urteilen, ist das Werk der kalkauflösenden Wassertätigkeit in diesem Gebiete sehr gross gewesen, denn nicht nur sind die Höhlen voll von Tropfsteinbildungen und ihre Wände von einer dicken sekundären Schicht überzogen, manche Schlote vollständig mit Kalksinter mit Lehm gemischt ausgefüllt, sondern auch in den Tälern finden sich oft leicht zerfallende weiche Kalksinter abgelagert, die gewiss von den stark evaporierenden Wässern abgesetzt worden sind; einige Meter mächtig sind diese sekundären Ablagerungen am Chillagoe Creek vor seinem

Durchbruch durch einen härteren Granitstock, wo sein Lauf aufgehalten wurde und eine weite inundierte Fläche sich alljährlich nach grösseren Platzregen bildete, auf welche die Evaporation besonders stark wirken konnte und die im Wasser Kalkmengen zum Ausscheiden brachte.

Die Fussgegend und die unteren Hänge der Kalkhügel unterscheiden sich auch durch üppigere Vegetation recht auf-



Lion's Head Bluff bei Chillagoe.

fällig von den weit kärglicheren Pflanzenformationen auf dem umgebenden für den Pflanzenwuchs weniger günstigen Terrain der anderen Gesteinsarten.[1]) Die oberen Partien der Hügel sind jedoch meist ganz kahl und auch in den Karrenvertiefungen kann sich nur sehr selten eine kleine Menge von Karstlehm halten, da die Abspülung in der Regenzeit allzu mächtig wirkt.

Von den Karstphänomenen sind im Karstgebiete von Chillagoe nur die Karren und die Höhlen hervorragend und

---

[1]) Domin, Queensland's Plant Associations. Proc. Royal Soc. Queensland. Vol. XXIII. S. 71.

charakteristisch entwickelt. Es kommen wohl auch echte Dolinen und Karstmulden vereinzelt vor, besonders in der Umgebung von Mungana habe ich mehrere flache Schüsseldolinen gesehen, dieselben bieten jedoch sehr wenig Interessantes. Eine Art der Dolinen, nämlich die Einsturzdolinen haben sich auf den von Dolinen stark durchwühlten Hügeln in ziemlich grosser Zahl entwickelt, dieselben hängen jedoch allzu eng mit dem Höhlenphänomen zusammen, da sie so zu sagen nur ein Entwickelungsstadium der Höhlenräume bilden.

Die Karren sind meistens äusserst tief und scharf entwickelt und zwar in ihren beiden Formen, in der rein erosiven Rillen- und Furchenform, sowie in der tektonisch bedingten Kluftkarrenform. Die steilen Abhänge sind mächtig durchfurcht und die weniger geneigten Flächen sind in zahlreiche degenartige, äusserst scharfe Formen zergliedert, von deren Spitzen einige messerscharfe Kanten fast senkrecht einige Dezimeter tief verlaufen. Nur selten kommen die auf alpinen und dinarischen Karrenfeldern so häufigen Miniaturkämme und Grate vor, deren Hänge zahlreiche wie künstlich ausgemeisselte flache Rinnen bedecken.

Die vertikale Dimension überwiegt stark über die horizontale, die scharfen engen Pyramiden werden durch fast ebenso enge Vertiefungen getrennt; diese bilden meist miniatürliche recht komplizierte Rinnensysteme, die mit einem mehr oder weniger steilen Gefälle in erweiterte Klüfte der Kluftkarren münden. Die Kluftkarren sind meist in zwei unter einem fast rechten Winkel sich kreuzenden Richtungen entwickelt und oft sind dort, wo die Klüfte sich kreuzen, breite und tiefe Karrenlöcher ausgebildet, welche als enge Schlote oder Röhren oft bis in die Höhlenräume hinunterreichen. Durch diese gelangen dann die Wässer, welche sekundäre mit Lehm gemischte Bildungen absetzen, in die unterirdischen Hohlräume. Mit der Zeit wird die Schicht, mit welcher diese Bildungen auch die Wände der Schlote bedecken, so stark, dass der freibleibende Kanal immer enger und endlich ganz verstopft wird. Sehr lehrreiche Beispiele von solchen mit Kalksinter, Lehm und stellenweise auch mit Knochenbrekzie ausgefüllten Röhren habe ich in den grossen Steinbrüchen in der Nähe der Hüttenwerke beobachten können. Einige

Stücke der Knochenbrekzie habe ich Herrn Professor Spencer in Melbourne übergeben, welcher die Knochenstücke als von den noch lebenden Arten von Rock-Wallaby herstammend erkannt hat.

Die Oberfläche der ausgedehnteren Hügel ist höchst chaotisch und unpassierbar, ein Karrenfeld wildester Art; es gibt da ein unbeschreibliches Gewirr von Felszacken, Felsbuckeln, Karrenlöchern, breiten Karrenbrunnen, mehr oder weniger eingestürzten Felspartien, und alle dem Regen ausgesetzten Flächen sind von tiefen Karren so durchfressen, dass die ursprüngliche Oberfläche der Bänke nur mehr durch die Spitzen der längsten wie Bajonett scharfen Karrensteine angedeutet ist.

Die Lage der Bänke ist oft äusserst gestört, denn der obere Teil der grösseren von Höhlen durchbohrten Bluffs ist in eine Unmenge von »Schollen« gegliedert, deren einige noch die ursprüngliche tektonisch gegebene Lage innehalten, andere jedoch auf eine oder andere Seite einsinken und oft schon tiefer abgestürzt sind. In dieser Weise wird durch das gestörte Gleichgewicht der unterminierten Schollen das Chaos der Karrenfelder noch sehr erheblich gesteigert. Es wäre oft sehr gewagt, die ursprüngliche Lage der Bänke genau angeben zu wollen.

Die Bänke des Kalksteins sind meist $^1/_2$—1 *m* dick und oft sind sie ganz von Karren durchfressen. Stellenweise spalten sie sich leicht in dünnere Platten; die Lagerung der Schichten ist sehr gestört; es überwiegt das Schichtenstreichen von etwa SO-NW, das Einfallen aber wechselt sehr oft. Die Kalke sind weiss, stellenweise mit roten Adern, meist grobkörnig, bis halbkrystallinisch, nur in den dünneren Platten sind sie dicht. Ausser den Schichtfugen sind die schon erwähnten Diaklasen in zwei Richtungen entwickelt. Die eine Richtung ist dem Schichtenstreichen fast parallel, die andere bildet mit der ersten fast einen rechten Winkel. Diese Diaklasen sind auch für den Verlauf der Höhlengänge massgebend, so z. B. bei den Mungana Caves verlauft die Hauptstörungslinie NO-SW mit Einfallen 70° SO, bei einem kleinen Höhlengange, der durch die Steinbrüche des Hüttenwerks entblösst ist, verläuft eine SW—NO und fällt fast senkrecht

ein, die andere N 35 O und fällt unter 30° NW ein; die Schichten streichen da W 30 N und fallen unter 50° gegen NO.

Unser Besuch fiel in die Mitte der Regenzeit und es war uns unmöglich in die von Wasser erfüllten Höhlen von Mungana tiefer einzudringen, dafür haben wir das Höhlenlabyrinth von Chillagoe Caves in verschiedenen Richtungen durchkriechen können. Mit Ausnahme einiger Höhlengänge, die tiefer reichen, waren die Hohlräume verhältnismässig trocken bis auf einige syphonartige tiefe Lachen, die wir jedoch in anderer Richtung umgehen konnten. Es war evident, dass auch bei grossen Überschwemmungen das Wasser nur die tiefer liegenden Räume ausfüllt, in der trockenen Zeit befinden sich nur in den tiefsten Lagen einige Tümpel. Man gelangt in die Höhlen über hohe Trümmerhaufen; die natürlichen Tore, durch welche die Wasserströme, die sie geschaffen haben, hin und zurück flossen, sind jetzt meist schon verschüttet. Es überwiegen Höhlengänge in zwei Richtungen OSO-WNW und NNO-SSW, welche eine grössere Anzahl von grösseren Räumen verbinden, die bis 20 *m* hoch sind und meist einen reichen Tropfsteinschmuck enthalten. In einigen von diesen Räumen gibt die Decke der Schwere nach und Trümmer derselben mit zerbrochenen Sekundärbildungen liegen auf dem Boden und in anderen gelangt man ans Tageslicht; die Decke ist eingebrochen und senkrechte bis überhängende Wände reichen 20—30 *m* hoch. Der Boden der Höhlenräume ist meist so hoch mit Lehm bedeckt, dass die Trümmer nur stellenweise aus demselben hervorragen, die Wände sind dick mit sekundären Bildungen inkrustiert. Nur in einigen engen Gängen und in der Nähe eines halbverstürzten Einganges habe ich noch sehr gut erhaltene Erosionsformen beobachten können, meist sind eben die ursprünglichen Formen schon bis zur Unkenntlichkeit von den Neubildungen verdeckt. Die Röhren und Schlote, welche zahlreich in die Höhlen münden, haben zu dieser Ausfüllung sehr stark beigetragen; einige von ihnen funkzionieren noch immer, wie eine dicke Schicht von Schlamm unter ihrer Öffnung beweist, andere sind wahrscheinlich schon dicht verstopft und nur das langsam durchsickernde Wasser gelangt durch sie in grösserer Menge in die Tiefe. Obgleich es kurz nach grossen

andauernden Regengüssen war, konnte man von einem Sickerwasserregen überhaupt nicht sprechen; nur verhältnismässig wenige Tropfsteine und schleierartige Bildungen waren so nass, dass das Wasser von ihnen auf den Boden tröpfelte. Während der Trockenzeit soll die Feuchtigkeit noch viel kleiner sein.

An einigen etwa vor 20—25 Jahren gebrochenen Stalaktiten konnten wir Neubildungen feststellen; an den dünnen



Riesentopfartige Löcher an der Basis des Lion's Head Bluff's.

war es unmöglich dieselben zu messen, einige dicke wiesen einen Zuwachs auf, der etwa 1 Kubikzentimeter oder etwas weniger beträgt.

Die reichliche Entwickelung der sekundären Bildungen, das Einstürzen der Decken und Tore der Höhlen sind Beweise eines sehr fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums und hohen Alters dieses Phänomens bei Chillagoe; dabei muss man noch bedenken, dass die klimatischen und Höhenverhältnisse des Gebietes einer starken Bildung des Kalksinters in den Höhlen nicht sehr günstig sind. Die geringe Mächtigkeit

der Höhlendecken bringt es mit sich, dass das Regenwasser während der kurzen regenreichen Zeit rasch durchfliesst und durchsickert ohne in der derzeit sehr feuchten Höhlenluft viel Sinter zurückzulassen, während bald nach den Regen die Klüfte so trocken werden, dass in der viel längeren Trockenzeit nur sehr wenig Wasser in die Höhlen eindringt.

Was die Schönheit und Mannigfaltigkeit der Tropfsteinbildungen anbelangt, können sich die Höhlen von Chillagoe mit manchen der von Touristen besuchten »weltberühmten« Höhlen messen, in anderen Richtungen allerdings bleiben sie weit zurück, besonders was die Vertikaldimensionen der Höhlendome betrifft, können sie sich mit den meisten anderen bei weitem nicht messen. Die ausführlichste Beschreibung der Höhlen hat nach Meston im Jahre 1891 William Thompson »mineralogical lecturer« gegeben, mehr oder weniger unabhängig von derselben sind die Beschreibungen, welche R. L. Jack und D. S. Thistlethwaite liefern.[3])

Herr Campbell hat mich auf verschiedenen Stellen auf eine eigentümliche Erscheinung aufmerksam gemacht. Be-

---

[3]) Wenigstens in der Anmerkung möchte ich auf eine leicht irreführende Deutung der Korallenkalke von Chillagoe aufmerksam machen. J. P. Thomson schreibt in einem Aufsatze »The geographical evolution of the Australian Continent« (Q'sland Geogr. Journal XVI. S. 11, La Géographie V. 1902, S. 259): »The whole of Cape York Peninsula was very likely cut off entirely from the continental area during one of the periods of prolonged subsidence. Evidence in support of this view indeed exists in the Herberton district. Here in the somewhat extensive cave features of the Chillagoe area there occurs a typical example of an ancient submarine reef structure, where the old coral formation has been developed. The locality, although not an extensive one, has evidently been at some remote period invaded by the sea, and probably represents a portion of the channel or strait by which the Peninsula was insulated.« Man könnte leicht diese Stelle so auffassen, dass es sich hier um Kalksteine handelt, welche nach der Periode der Gebirgsbildung hier in einer Meeresstrasse abgesetzt worden seien; dass sie also bedeutend jünger seien als die umgebenden Gebiete weiter nördlich und südlich. Eine solche Deutung wäre allerdings verfehlt; da die Kalke eben silurisch sind, also älter als die Gebirgsfaltung, haben wir keinen Beweis, dass nach der grossen Gebirgsfaltung gerade in diesen Breiten eine Trennung der Halbinsel vom Rumpfe des Kontinents eingetreten wäre.

sonders am Eingange der engen Röhren und Höhlengänge sind die Felsoberflächen oft in eigentümlicher Weise geglättet; als Urheber dieser Glättungen wurden mir die Rock-Wallabies, (*Petrogale* spec.) eine kleine Art der Känguruhs bezeichnet, welche in grosser Zahl die Höhlenräume bewohnen. Dafür gibt es in den Höhlen von Chillagoe nur verhältnismässig wenige Fledermäuse.

Olsen's Caves.[1]

Nördlich von Rockhampton wird die leicht wellige etwa 100 *m* über dem Meeresniveau liegende Landschaft in der Nähe des mächtigen Fitzroy River von einem seine Umgebung hoch überragendem Berge, Mount Etna beherrscht, welcher seiner kegelförmigen Gestalt wegen nach dem grossen Vulkan benannt worden ist, obgleich er genetisch mit demselben keine Ähnlichkeit besitzt. Mount Etna ist aus harten Kieselschiefern aufgebaut und überragt als Monadnock die weichen palaeozoischen Schiefer seiner Umgebung; östlich und südöstlich von ihm gibt es eine Reihe von niedrigen, kurzen Rücken und Hügeln, »Ridges« und »Bluffs«, welche aus Kalkstein bestehen und ebenfalls als Monadnocks betrachtet

---

[1]) R. L. Jack-R. Etheridge, The Geology and Palaeontology of Queensland. S. 610—612.

Enthält Citate aus der Beschreibung der Olsen's und Johannsen's Caves von James Smith, welche R. L. Jack im Manuscript vorlag.

William H. Rands, Olsen's and Johannsen's Caves, near Rockhampton. Geological Survey of Queensland; Publication No. 86.

J. Christensen, Olsen's Caves near Rockhampton.

B. Dunstan, Phosphate-bearing rocks in the Rockhampton district. Records No. 1. III. Geological Survey of Queensland. Publication No. 190. S. 11.

Lionel C. Ball, Certain iron ore, manganese ore and limestone deposits in the central and southern districts of Queensland. Geological Survey of Queensland. No. 194. S. 13—14.

A. Meston, Geographic history of Queensland. S. 160—1. Zitiert auch James Smith.

Daneš, Physiography of some limestone areas in Queensland S. 80.

werden müssen. Einige derselben sind von Höhlen durchbohrt, welche schon vor etwa 30 Jahren bekannt und von James Smith beschrieben worden sind. Die beste wissenschaftliche Beschreibung hat William H. Rands gegeben, auf welche der Leser dieser Zeilen für nähere Information verwiesen wird. Rands hat auf Grund der Fossilfunde diese Kalksteine für devonisch gehalten. Dieselben sind gleichzeitig



Karren auf dem Olsen's Caves Rücken.

mit dem umgebenden Terrain von der grossen Gebirgsfaltung im jüngeren Palaeozoicum betroffen worden; früher war ihre Ausdehnung vielleicht grösser, da jetzt entblösste Überreste von Tropfsteinbildungen auf abgeebnetem Terrain in primärer Lage gefunden werden, recht weit schon von den Abhängen der noch bestehenden Hügel. Noch mehr als bei Chillagoe unterscheiden sich diese Kalksteinhügel durch die Vegetation, welche ihre Fussgegend und Hänge bedeckt, von ihrer flachen, von Schiefern unterlagerten Umgebung; ein recht üppiger »vine-scrub«, tropisches Dickicht, ist auf

dem Kalkstein verbreitet, während auf dem mageren Schieferterrain nur der lichte dürre Eucalyptuswald, »open forest«, wächst.

Ich habe nur einen flüchtigen Besuch der Olsen's Caves unternehmen können und meine Beobachtungen beziehen sich nur auf die Karren und Höhlen.

Die Karren sind in einer Form entwickelt, welche an jene bei Chillagoe stark erinnert; die oberen, vegetationslosen Teile der Kalkrücken stellen sich als echte, natürlich sehr kleine Karrenfelder dar, welche verhältnismässig wenig von tektonischen und Gleichgewichtsstörungen betroffen worden sind. Ihre Oberfläche ist also gewissermassen ruhiger als die der Chillagoe »Bluffs«, die Karren selbst, die echten Korrosions- und Erosionskarren sind jedoch noch tiefer und mächtiger entwickelt als bei Chillagoe. Dieselbe Form überwiegt auch hier, schlanke, hohe Pyramiden mit einigen messerscharfen Flankenkanten und einer sehr gefährlichen Spitze, zwischen ihnen so tiefe enge Furchen, dass man oft nicht mit dem Fuss an ihre Sohle gelangen kann, ohne sich einer gefährlichen Abschürfung hoch auf dem Oberschenkel auszusetzen. Die Oberfläche des »Karrenfeldes« ist ebenso frei von Vegetation und Lehm wie bei Chillagoe, da es ganz der Wucht der tropischen Regengüsse der kurzen feuchten Jahreszeit ausgesetzt. Weder Humussäuren noch Beschattung durch Vegetation beeinträchtigen die volle Entfaltung der reinen Karrenformen, wie sie durch Regenwasser ausgewaschen werden. Es gibt einen Unterschied gegenüber jenen, die man in anderen Klimaten, besonders solchen, wo Schnee mitspielt, antrifft. Die Formen sind viel freier, selbständiger, einfacher und regelmässiger. Sehr ähnliche Karren habe ich in Java gesehen, an der Küste von Goenoeng Sewoe[5]) auf den Felsplatten, über welche beständig der Nebelschleier der hochaufprallenden Wogen sich ergiesst. Ich bin überzeugt, dass bei der Bildung dieser Form der Karren wie an der Meeresküste, so auch in dem halbariden Klima Australiens die mechanische Wirkung des freien, mitunter auch heftigen Anpralles des in grosser Menge her-

[5]) Das Karstgebiet Goenoeng Sewoe in Java. S. 49.

unterfallenden Wassers, neben der chemischen Wirksamkeit des Wassers eine grosse Rolle spielt.

Das Entwicklungsstadium, das ich hier an den Karren von Olsen's Caves-Rücken sah, möchte ich als etwa reif definieren, man kann sich wohl schwerlich noch eine grössere Vollkommenheit der Karrenformen denken; bei Chillagoe scheint dieses Stadium wohl schon überschritten zu sein; es spielt dabei wohl das tektonische Moment, nämlich die viel wichtigere Rolle der Kluftkarren, sowie der Umstand, dass das Gleichgewicht der Bänke so mannigfaltig gestört ist, mit.

Olsen's Caves sind ein Netzwerk von meist engen und niedrigen Höhlengängen, welche einen etwa 100 *m* breiten Hügel in verschiedenen Etagen durchbohren. Ihre hydrographische Aufgabe scheint schon lange beendet zu sein, keine Wasserader belebt auch die tiefsten bekannten Räume, die Decken, Wände und Sohlen der Grotten sind meist trocken und die Sohle ist oft mit einer einige Meter tiefen Schicht von Fledermausguano bedeckt, welche wohl mit Karstlehm und sekundären Kalkbildungen gemischt viele Röhren, Schlote und Gänge vollständig abschliesst. Es sind Versuche angestellt worden dieses Guano als Kunstdüngermittel zu verwerten. Die bisherigen Versuche sind fehlgeschlagen, ich bin jedoch der Ansicht, dass zwar die Quantität desselben nicht für ein Exportgrossunternehmen hinreichen würde, jedoch dieses Vorkommen in der vielleicht nahen Zukunft, wenn sich in der näheren Umgebung die Landwirtschaft besser entwickeln sollte, im kleinerem Maasstabe für lokale Zwecke sehr gute Wirkungen haben könnte. Jetzt steht die wirtschaftliche Ausnützung der Höhlen still, auch die Touristik schenkt denselben wenig Beachtung und das mit Recht, denn im Vergleiche mit den Chillagoe und New South Wales Höhlen bieten diese Höhlen viel weniger Reize dem nach schönen Höhlenräumen mit reichem Tropfsteinschmuck sich sehnenden Auge. Auch der penetrante, unangenehme Geruch nach den Tausenden und Abertausenden von Fledermäusen, die noch immer die Höhlenräume bewohnen, mag den Touristenbesuch abschrecken.

Der Mangel an sekundären Kalkbildungen ist sehr charakteristisch für diese Höhlen. Die Wände sind oft der sekun-

dären Bekleidung bar und auch die Tropfsteinbildungen sind viel kleiner und seltener als in anderen Höhlen des östlichen Gebirgsgürtels Australiens. Ich kann mir eine so kleine Betätigung des Sickerwassers nicht gut erklären, da für die Trockenheit der Höhlen keine äusseren Ursachen zu bestehen scheinen. Das Klima ist doch regenreich genug, die Oberfläche des Kalkrückens ist nicht mit Lehm und Vegetation bedeckt, die das auffallende Wasser wenigstens teilweise auffangen dürften und auch die Mächtigkeit der Höhlendecken ist ziemlich unbedeutend.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Höhlen entlang der Spalten durch erosive Tätigkeit von einem Wasserlaufe entstanden sind, der bei dem Vertiefen seines Bettes quer über den Kalkrücken nicht im Stande war sich auf der Oberfläche zu erhalten, sodern den Höhlenweg antreten musste. Auch die Formen der Höhlengänge geben ein beredtes Zeugnis für solche Entstehungsweise, zahlreiche Riesenkessel und ähnliche durch Wirbelbewegung des Gerölle und Sand tragenden Wassers hervorgerufene Evorsionsformen, jetzt teilweise mit Fledermausguano ausgefüllt, verraten die heftige Erosionstätigkeit des in einige Wasseradern geteilten Stromes. Die Erosionsarbeit ist wohl ziemlich rasch vor sich gegangen und das unterirdische Flussbett wurde immer tiefer verlegt. Man kann mit einiger Bestimmtheit drei Etagen unterscheiden, welche so zu sagen Ruhestadien in dem Vertiefen der Höhlengänge bedeuten und durch breitere Höhlen ausgezeichnet sind. Wohl ist es aber auch nicht ausgeschlossen, dass das ungleichmässige Tieferlegen des Flussbettes wenigstens teilweise auf petrographische Unterschiede in den Kalkbänken zurückzuführen ist.

Jetzt sind die Höhlen schon von den Wasserläufen verlassen, die sie geschaffen. Um so auffallender ist es, dass die Höhlen doch ein so frisches Aussehen behalten haben, anders ausgedrückt, dass die sekundären Kalkbildungen keine grösseren Fortschritte in der Verkleidung und Ausfüllung derselben erzielt haben. Es bleibt wirklich, da wie schon erwähnt, keine äusseren Ursachen dafür vorzuliegen scheinen, nichts übrig als die Annahme, dass die Tieferlegung der Erosionsbasis sehr rasch vor sich gegangen ist und

dass die ganze Umkehrung des Landschaftsbildes in der Nähe des Höhlengebietes in verhältnismässig kurzer Zeit erfolgte. Als der Fluss seinen unterirdischen Lauf durch den Kalksteinrücken zu erodieren anfieng, musste noch das ganze umliegende Terrain etwa in derselben Höhe oder noch höher liegen als die jetzige Oberfläche der Kalkrücken, jetzt aber, wie schon angedeutet, bilden dieselben Monadnocks, welche 30—50 *m* über ihre Umgebung hervorragen. Die geologische und morphologische Geschichte Ostaustraliens im jüngsten Tertiär und im Quartär scheint einen solchen, verhältnismässig sehr schnellen Einebnungsvorgang gut zuzulassen.[1])

Nach der Schilderung des mich begleitenden Ansiedlers sollen sich auch die benachbarten Johannsen's Caves in ungefähr gleichem Stadium der Entwickelung befinden; nach den Beschreibungen von James Smith und W. H. Rands scheinen sie doch mehr Tropfsteinschmuck aufzuweisen.

Andere kleine Kartsgebiete Australiens.

Von den gewiss recht zahlreichen Höhlen, die in den ziemlich häufigen Kalksteinbändern im Gebirge von New South Wales vorkommen, sind besonders gut die Jenolan Caves bekannt, deren Besuch durch eine ausgezeichnete Automobilverbindung an eine Tour in den Blue Mountains angeschlossen werden kann. Das geologische Staatsinstitut (Geological Survey of New South Wales) hat sich mit dem ausgezeichneten Touristenbureau desselben Staates in Verbindung gesetzt und sehr hübsche, populär geschriebene, gut illustrierte Führer zu den hervorragendsten Höhlengebieten publiziert, von welchen jener zu den Höhlen von Jenolan als bester bezeichnet werden kann.[2]) Ich selbst habe nur die

[1]) G. Taylor, Physiography of Eastern Australia. Comm. B. Meteorology. Melbourne. Bul. 8.; Daneš, On the physiography of Northeastern Australia. Věstník k. č. spol. nauk 1911.

[2]) O. Trickett, Guide to the Jenolan Caves, New South Wales, Geological Survey of New South Wales. S. 76 mit gutem Plan und Vertikalschnitt. Von demselben Autor sind auch etwas

Höhlen von Jenolan besucht, die erwähnten Führer jedoch ermöglichen mir doch, wenigstens in grossen Zügen das Entwicklungsstadium der anderen Höhlengebiete zu erkennen.

Die Yarrangobilly Caves liegen im Quellengebiete des gleichnamigen Flusses im nördlichen Teile der höchsten Gebirgsgruppe Australiens, des Mount Kosciuszko. Sie werden von Tumut oder von Cooma mittels Postkutsche erreicht, liegen in einer Höhe von etwa 1100 *m* und sind nur die bestbekannten unter vielen Höhlen eines 10 *km* langen und 1½ breiten Kalksteingebietes. Das geologische Alter dieses Kalkes ist noch nicht mit Sicherheit bestimmt, es wird wohl Obersilur oder Devon sein. Die Höhlen scheinen schon meist von den Wasserläufen, welche sie geschaffen haben, verlassen zu sein. Die Ausfüllung mit Tropfsteingebilden ist mächtig, die Sinterbekleidung der Wände auch schon fast vollkommen, mit Ausnahme der Höhle »The River Cave«, welche als »dirty and uninteresting passages« bezeichnet und von einer Wasserader durchflossen wird. Viele Höhlenräume sind schon eingebrochen, wie mir Herr Trickett persönlich mitteilte, in einigen Räumen sind Hügel von herabgestürzten Trümmern.

Etwa von gleichem Habitus wie die Yarrangobilly Caves mögen auch die Wombeyan Caves sein, die auf gleichnamigem Creek in der Nähe seiner Mündung in den Wollondilly River liegen, zwischen Goulburn und Bowral, in einer Höhe von etwa 600 *m*. Einen Teil der von Trickett beschriebenen Höhlen scheinen Sickerhöhlen zu bilden, nur die Creek Cave, die von Wombeyan Creek auserodiert, und einige noch tiefere von einem Teile desselben Baches durchflossene Gänge sind echte Flusshöhlen. In den Victoria Arch genannten Hohlraum ist

---

weniger ausführliche Büchlein: Guide to Yarrangobilly Caves. Guide to Wombeyan Caves und Guide to the Wellington Caves.

O. Trickett hat selbst sehr sorgfältig die Pläne und Vertikalschnitte ausgemessen und hat mit Hilfe einiger kühner Höhlenwächter die Kenntnis der Höhlen New South Wales sehr vertieft. Die erwähnten Höhlen sind sehr sorgfältig für den Besuch der Touristen vorbereitet und mit Schutzmitteln für die schönen Tropfsteinbildungen ausgestattet. Die Umgebung der Jenolan Caves bildet sogar einen Naturschutzpark, in welchem sogar die schwarzbraunen Felskänguruhs (Wallabies, *Petrogale* spec.) in grosser Zahl leben.

seitwärts die Decke eingebrochen und so ein mächtiger Naturschacht entstanden.

Wellington Caves liegen über 300 *m* abs. Höhe bei Wellington in der Nähe der Vereinigung der Macquarie und Bell River, in einem niedrigen flachen Rücken von Kalkstein obersilurischen oder devonischen Alters. Diese Höhlen sind, was ihre horizontalen und vertikalen Dimensionen anbelangt, viel kleiner als die anderen offiziell beschriebenen, die Ausfüllung mit Sekundärbildungen ist nich stark genug, um die primäre Struktur ganz zu verhüllen. Dieselben sind durch zahlreiche Funde von Knochen fossiler Beuteltiere bekannt geworden.

Die Jenolan Caves liegen in einer Höhe von etwa 800 *m* auf der östlichen Flanke des 12—1400 *m* hohen Rückens, welcher die kontinentale Wasserscheide zwischen den Stromgebieten der Macquarie River und Hawkesbury River bildet, am oberen Jenolan River, einem Zuflusse des Cox River, welche in den Nepean und mit diesem in den Hawkesbury sich ergiesst.

Obwohl in einem sehr engen Bande — ca. 200 *m* — von silurischen oder devonischen Kalken situiert, gehören die Jenolan Caves doch zu den vornehmsten von den erschlossenen Höhlengebieten, die was die landschaftliche Schönheit ihrer nächsten Umgebung und die grossartige Entwickelung der höhlenschmückender Elemente betrifft gewiss zu den touristisch lohnendsten Höhlengebieten in der Welt gerechnet werden können. Der schmale Kalkrücken ist in zwei grossartigen Tunnelhöhlen durchbohrt, welche von den Flüssen noch bei Hochwasser durchflossen werden. Diese Höhlen zeigen in ihren unteren Partien noch frische Erosionsformen, die Flüsse mussten jedoch ihren Lauf zwischen mächtigen Trümmern von der Höhlendecke durchzwingen und oben hängen mächtige Stalaktite herab. Wohl war hier noch eine Zwischendecke vorhanden, die eingestürzt ist und so eine obere Etage der Höhlen mit der ursprünglich niedrigen Flusshöhle verband. Im oberen Teile des Rückens über den jetzigen Tunnelhöhlen öffnet sich ein Felsentor unter einer soliden Naturbrücke. Das ist der Rest der ursprünglichen Tunnelhöhle. Die dem Besuche erschlossenen Höhlen, welche

fast durchwegs mit sekundären Bildungen reich ausgefüllt sind, liegen in einigen Etagen und sind meist ursprüngliche Flusshöhlen; mit der Ausnahme der Easter Cave halten ihre Decken noch soweit fest, dass das Tageslicht nicht hineindringt. Mit Ausnahme einiger syphonartiger Tümpel und kurzer Wasserstrecken in der tiefsten Etage sind die Höhlengänge ohne fliessendes Wasser; die jetzigen unterirdischen Wasserläufe sind noch etwas tiefer und nur während der Hochwässer werden auch die tieferen Etagen überschwemmt. Das Sickerwasser ist noch rüstig bei der Arbeit; manche Räume und Gänge der Jenolan Caves enthalten zahlreiche Helictite, welche hier auch »Mystery« genannt werden. Dieselben sind wenigstens teilweise Gypstropfsteine. Die von Wallabies geglätteten und polierten Felsoberflächen sind hier in grosser Menge vorhanden, ausserhalb der Höhlen und auch in den Hohlräumen, die nicht weit vom Tageslicht entfernt sind.

Die Entdeckung eines menschlichen Skeletts in einer Höhle der tiefen Etage führte zur Untersuchung der Schlote, welche durch die Decken in die Höhlen münden, meist sind sie jetzt durch sekundäre Bildungen und abgestürztes Material geschlossen. Das Skelett konnte jedoch auf keinem anderen Wege in die weit von jedem Obertagseingang entfernte Höhle gelangen und es ist anzunehmen, dass dasselbe durch einen von den über seinem Fundorte vorhandenen Schlotten hineingestürzt ist.[1])

Die Höhlen in Victoria, in Südaustralien und in Tasmanien habe ich nicht besuchen können und verfüge auch über keine Literatur, der man etwas über die morphologische Entwickelung der Höhlengebiete entnehmen könnte.

Zuletzt möge mir erlaubt sein hier noch die Höhlen bei Yallingup in Südwestaustralien zu erwähnen. Dieselben sind im Western Australian Year Book sehr gut beschrieben und auch ihr Werdegang durch Edward S. Simpson ausgezeichnet

---

[1]) The Discovery of a Human Skeleton at Jenolan Caves. By R. Etheridge Jun., a. O. Trickett L. S., Records Geological Survey N. S. Wales, 1904. Vol. VII. Pt. 4. S. 325—328.

entworfen.[1]) Es handelt sich hier um kein zusammenhängendes grösseres Karstgebiet, um kein Kalkschichtenkomplex, sondern lediglich um kalkreiche Sande, die ganz zufällig stellenweise zwischen den alten Quarzsanddünen überwiegen. Sie sind eolisch auf eine granitische Unterlage aufgetragen worden, stellenweise in einer Mächtigkeit von bis 100 *m*. Die auf der Granitunterlage zum Meere hineilenden Wasseradern haben in den hart zusammenzementierten Kalksanden Höhlengänge geschaffen, in welche stellenweise die Decken eingestürzt sind. Durch solche Einsturzschlote sind die Grotten meist zugänglich gemacht worden. Die sekundären Bildungen, namentlich die Tropfsteinsbildungen, sind verhältnismässig reich entwickelt und ihr Werdegang scheint dank einer leichten Tätigkeit des Sickerwassers verhältnismässig sehr schnell zu sein, denn auch auf ziemlich frisch durch Abbruch blosgelegten Deckenpartien sind schon wieder ansehnliche Stalaktite entwickelt. Die Grotten Südwestaustraliens sind sämtlich unter die Obhut einer speziellen Kommission (Caves Board) gestellt, welche einen jährlichen Bericht über ihre zur Konservierung und besseren Zugänglichkeit der Höhlen durchgeführte Arbeit herausgibt.

Barkly Tableland und das grosse Karstgebiet Nordaustraliens.

a) Die Verbreitung und geologisches Alter der Tafellandkalke.

Von dem nördlichen Teile des Territoriums Nordaustraliens erstreckt sich bis in den westlichen Teil des Staates Queensland ein niedriges Tafelland, auf welchem die Flüsse Georgina und Gregory entstehen. Dieser östlichste Teil des Tafellandes wird Barkly Tableland genannt und wird gegen Osten von einem mehr oder weniger breiten Gürtel eines alten, recht niedrigen Gebirges umsäumt, welches das nördliche Glied der Antikordillera Australiens nach Suess' Auffassung bildet. Die Hauptwasserscheide zwischen dem

[1]) Edward S. Simpson, Geological features of the South-Western Caves District und C. Erskine May, Description of the limestone caves of Western Australia. W. A. Year Book.

kontinentalen Basin Zentralaustraliens und dem Golfe von Karpentaria verläuft auf dem Tafelland fast ganz ausdruckslos und es wäre ein grober Irrtum, hier einen wasserscheidenden Rücken voraussetzen zu wollen.

Barkly Tableland[1]) wurde zum erstenmale von Landsborough im Jahre 1861 betreten und von ihm auch benannt, bald darauf kamen die ersten Viehzüchter an, durch die vielversprechenden Reden des Entdeckers angelockt, aber eine Krisis im Jahre 1866 hat die definitive Besiedelung dieser Gegend verzögert; noch im Jahre 1876 spricht Hodgkinson von keiner neuen Station und erst Ende der siebziger Jahre wurde die Gegend zum zweitenmale bezogen und bald nach 1880 Camooweal gegründet. In den achtziger Jahren wurden auch die meisten von den Viehzüchter »Stations« im westlichen zum Nordterritorium gehörigen Teile des Tafellandes bezogen.

Die Ausdehnung des Tafellandes kann nur in grossen Zügen angegeben werden. Seine nordöstliche und östliche Abgrenzung ist am besten bestimmt. Gegen Nordosten fällt es ziemlich steil und unvermittelt zur flachen Küste des seichten Karpentaria Golfes ab, seine 2—300 *m* hohen, steilen Ränder werden durch eine grosse Menge enger, fast unpassierbarer Schluchten eingeschnitten und einigen von den Küstenflüssen gelang es schon, einen Teil des Tafellandes selbst in ihr Stromgebiet einzuziehen. Etwas östlich von der künstlichen Grenze des Nordterritoriums und Queensland (138° ö. L.) wendet sich der Rand des Tafellandes scharf gegen Süden. Die Golfniederung dringt tiefer ein und zwischen den breiten Tälern treten die Reste des alten Gebirges als ein niedriges, wüstes jedoch erzreiches Gebirgsland hervor, über welchem sich im Westen wie eine scharfe, wenn auch niedrige Wand die steile etwas aufgebogene Umrandung des Tafellandes erhebt; einige Zeugenberge, unter welchen Constance Range w. von Lawn Hill am bedeutendsten ist, deuten darauf, dass es sich hier um einen Denudations-

---

[1]) Das Tafelland wurde ursprünglich von W. Landsborough Barkly Plains zu Ehren des Ministers Sir Henry Barkly benannt. Die Schreibweise »Barclay Tableland« oder »Barclay Plains« ist also unrichtig.

rand handelt und dass das Tafelland sich früher noch weiter gegen Osten erstreckte. Der Denudationsprozess wurde wohl dadurch beschleunigt, dass dieses Gebiet eine grössere spezielle Hebung (wahrscheinlich im späten Tertiär und im Quartär) als das übrige Tafelland erfahren hat. Etwa am 19° s. B. am Oberlaufe des Gregory River greift das Tafelland weiter gegen Osten aus und zwar in einigen Ausläufern bis über den Thornton River; erst der wasserscheidende Rücken zwischen den Zuflüssen des Gregory und Leichhardt gehört schon mit Bestimmtheit dem alten metamorphisierten Gebirge an, und dieser verläuft gegen Süden mit einer kleinen Ablenkung gegen Osten. Südlich von dem Camooweal mit Cloncurry verbindenden Wege wird die Kenntnis auch der grossen Züge der Oberfläche sehr ungenau, man weiss nur, dass das alte Gebirgsland hier gegen Südwesten einbiegt, dabei jedoch viel mehr eingeebnet ist, so dass es auf weite Strecken den Gebirgscharakter verliert. Sowohl hier im Südosten als weiter westlich ist es unmöglich die Südgrenze des Tafellandes genauer anzugeben, möglich, dass es in Ausbuchtungen bis zwischen die Ausläufer der alten Gebirge, wie Cairns Range, Davenport Range, Murchison Range etc. eindringt; weiter nördlich hängt es wahrscheinlich über Stuart's Plain und die Umgebung von Daly Waters mit dem Tafelland am Victoria Flusse zusammen und auch in nördlicher Richtung erstreckt es sich obzwar nicht ohne Unterbrechung, bis tief in die nördliche Halbinsel.

Von den geologischen Verhältnissen dieser von jedem Verkehr weit abgelegenen Gegenden wurde sehr wenig bekannt und noch bis heute sind unsere Kenntnisse, was die regionale Abgrenzung und das geologische Alter einzelner Schichtenkomplexe betrifft, sehr unsicher. Der Umstand, dass ein Teil des Gebietes in Queensland, ein Teil im Nordterritorium liegt, war der einheitlichen Durchforschung durchaus nicht förderlich, da ein wissenschaftlicher Kontakt der geologischen Staatsinstitute in Brisbane und Adelaide fast überhaupt nicht bestanden zu haben scheint. Jedes Staatsinstitut ist nach seinen eigenen Traditionen vorgegangen und die höheren Rücksichten auf die Kontinuität in der geologischen Durchforschung des ganzen Kontinents wurden nicht berücksichtigt.

Das Itinerar des ersten Erforschers von Barkly Tableland W. Landsborough's ist vom geologischen Standpunkte fast unbrauchbar. Hodgkinson, welcher als Warden gewiss viel bessere Kenntnis der wichtigsten Gebirgsarten besas, hat leider gerade den Teil seines Reiseweges, auf welchem er den Spuren von Landsborough folgte, nicht mehr in seinem Bericht beschrieben. Das ist umso bedauerlicher, da die späteren offiziellen geologischen Expeditionen, welche meist durch praktische Interessen geleitet wurden, dieses Gebiet nur an seinen äussersten Ausläufern gestreift haben. Die Frage nach der Ausdehnung des grossen artesischen Basins und dann die Erforschung der für den Bergbau interessanten Gebiete waren die leitenden Linien für die Tätigkeit des kleinen aber tüchtigen Stabes der Staatsgeologen Queenslands, die durch solche Arbeiten überhäuft, wenig Zeit für Aufgaben mehr theoretischer Natur fanden.

Die erste ernste Nachricht über das Kalkplateau der Barkly Plains bringt R. Daintree,[1]) welcher auf Grund eines einzigen Fundes (*Tellina*), der ihm aus zweiter Hand bekannt wurde, die horizontal liegenden Kalke im Quellgebiete des Gregory River für zur Desert Sandstone Series gehörig und zwar mariner Herkunft erklärte. (Desert Sandstone Series wurde früher für kretazisch bis tertiär gehalten, durch spätere Erforschungen auf Oberkreide beschränkt.) Die metamorphisierten Gebirgsarten am unteren Gregory wurden von demselben Forscher für silurisch erklärt.

Der langjährige Staatsgeologe Dr. R. L. Jack hat auf seinen Reisen nur die nördlichen Ausläufer des Tafellandes am Carl Creek bei Riversleigh gesehen und zwar im Jahre 1881. Damals war es ihm unsicher, ob er diese Kalke für silurisch, sowie das Gebiet weiter nördlich, oder mit Daintree für kretazisch halten sollte, später jedoch erklärt er dieselben bestimmt für kretazisch, aber älter als Desert Sandstone, nämlich zur Rolling Downs Formation gehörig.[2]) Auf welchen Gründen und Beweisen diese bestimmte Erklärung

---

[1]) Notes on the Geology of Queensland; Quarterly Journal of the Geological Society, 1872, S. 278.

[2]) The Geology and Palaeontology of Queensland. S. 394.

gebaut war, blieb auch den jüngeren Mitarbeitern R. L. Jacks W. E. Cameron und L. C. Ball unbekannt. Wohl hat der landschaftliche botanogeographische Charakter des Tafellandes, welcher R. L. Jack durch verlässliche Schilderungen anderer bekannt werden musste, zu dieser Entscheidung viel beigetragen, denn einem solchen Kenner des Landes musste die grosse Ähnlichkeit dieses ihm von anderen beschriebenen Gebietes mit der Rolling Downs Country in Zentral Queensland wenigstens sehr auffällig, wenn nicht entscheidend vorkommen. Auf seiner grossen geologischen Karte zeichnet R. L. Jack das Tafelland als Rolling Downs Formation (Lower Cretaceous) ein und zwar soll es eine grosse Bucht sein, welche im Süden der Antikordillera mit dem Hauptgebiete zusammenhängt. Auf einer anderen Stelle seines Hauptwerkes[1]) gibt R. L. Jack im Verzeichnisse der in der Rolling Downs Formation durchgeführten Borungen zwei an, welche sich auf dem Tafelland befinden, eine in Rocklands (19° 40′ s. B., 138° 15′ ö. L.) bei Camooweal, die andere in Avon Downs (20° s. B., 137° 30′ ö. L.) schon in Nordterritorium westlich von Camooweal. Über die Borung bei Avon Downs bemerkt er kurz, dass sie in Rankin's Creek liegt in einer Höhe von 554 Fuss und, dass das Wasser in einer Tiefe von 200 Fuss erbohrt wurde, jedoch nicht zur Oberfläche gestiegen sei; über die Borung bei Rocklands veröffentlicht er das ihm mitgeteilte Borungsprotokoll bis zur Tiefe von 412 Fuss, wobei die Borung noch nicht beendet war. Es wäre überflüssig das Protokoll hier näher zu untersuchen, R. L. Jack schenkt ihm zwar Glauben und hält dafür, dass von oben nach unten Basalt, Tertiär, Desert Sandstone und unterkretazische Schichten durchbort worden sind, ich bin jedoch in der Lage dasselbe für ganz falsch zu halten. Es handelt sich nicht vielleicht um eine bewusste Fälschung des wirklichen Tatbestandes seitens des Protokollaufnehmers, sondern um eine höchst leichtsinnige Bestimmung der erborten Gesteinsarten durch eine wenig kompetente Person. Da ist es ganz möglich, dass harte, rote sekundäre Ausfüllung irgend eines früheren Hohlraumes als »some

---

[1]) l. c. S. 418—419.

sort of basalt« von einem landläufigen Kenner bezeichnet und als »basalt seams« und »basalt and lime rock« und »basalt« ins Borungsprotokoll aufgenommen wurde. Ich habe die Umgebung von Rocklands genau untersucht, die noch übrig bleibende Schutthalde sorgfältig durchsucht und, was noch mehr wiegt, vom Herrn H. A. Glissah, Verwalter in Rocklands, eine bestimmte Erklärung bekommen, dass seines Wissens in keinem von den 18 Borlöchern ein anderes Gestein als Kalkstein, harter kieseliger Kalkstein und sekundäre Höhlenbildungen, gefunden worden ist.

Auf den weit verbreiteten geologischen Karten, welche von dem Water Supply Department in Brisbane durch J. B. Henderson publiziert wurden, wird das Tafelland unter derselben Farbe wie ein grosser Teil des angrenzenden alten Gebirges ausgeschieden, nämlich als Palaeozoicum »undurchlässige Gesteinsarten, welche die wasserhaltenden unterkretazischen und Trias-Jura-Schichten unterliegen.[1]) Auf persönliche Nachfragen ist mir kein anderer Grund für diese Annahme mitgeteilt worden, als dass man kein artesisches Wasser in dem Gebiete nördlich von dem Zusammenfluss von Georgina and Burke (NW. und N, von Boulia) erbohrt hat und deshalb das Vorkommen derselben wasserhaltenden Schichten wie in Zentral Queensland ausgeschlossen sei. Gegen die Annahme W. E. Cameron's, dass die Kalke des Tafellandes posttertiäre Bildungen seien, erklärte sich Herr Henderson entschieden.

Die neueste geologische Karte des geologischen Staatsinstituts von Queensland bezeichnet diese Kalke als »posttertiary limestones«[2]) und gibt ihnen ein ziemlich eng beschränktes Gebiet im Quellengebiete der Flüsse Lawn Hill Creek, Gregory und Georgina, östlich bis über Yelvertoft am Inca Creek. Das geschiet auf Grund der Studien, welche W. E.

---

[1]) Map of Queensland showing positions of Artesian Bores and Perennial Springs also the approximate area of the artesian water bearing strata. Brisbane 1908.

[2]) Geological sketch map of Queensland showing mineral localities prepared under the supervision of R. Dunstan F. G. S. acting Government Geologist and compiled by H. W. Fox at the Geological Survey Office, Brisbane. 1905.

Cameron durchgeführt hat und zwar wieder nur am äussersten Nordrande des Tafellandes.

W. E. Cameron hat auf seiner Reise im Jahre 1900 die Kenntnisse über die Geologie des alten Gebirgslandes in Westqueensland ziemlich bereichert. Die metamorphisierten Gesteine dieses Gebirgslandes wurden früher als Bildungen unbestimmten Alters zusammengefasst, als es jedoch Dr. R. L. Jack gelang, aus dem Gebiete des Cairns Range an der Grenze Queenslands und des Nordterritoriums Fossilfragmente zu bekommen, die als silurisch bestimmt wurden, wurden sie auch auf den Karten als silurisch bezeichnet, obwohl man sich dessen wohl bewusst war, dass eine solche Zusammenfassung wohl über die erlaubten Grenzen der Generalisierung hinausgreift. W. E. Cameron fand, dass die Gesteine des Gebirgslandes im Gebiete der Flüsse Cloncurry und Leichhardt sehr stark metamorphisiert sind, gegen Nordwesten jedoch im Stromgebiete der Flüsse Gregory und Nicholson viel schwächere Metamorphose aufweisen und auch tektonisch weniger gestört sind.

Wohl ist dieser Umstand darauf zurückzuführen, dass im nordwestlichen Gebiete (am Gregory River) keine grossen Granitmassen hervorgetreten sind, die bei Cloncurry und am Leichhardt River oft vorkommen.

Auf den steilgestellten alten Schiefern liegen diskordant in weniger gestörten Lagerung oft quarzitische Sandsteine, besonders in Constance Range und fast horizontale Kalke auf dem Lawn Hill. Das gegenseitige Lagerungsverhältnis dieser zwei Schichtenkomplexe hat Cameron nicht mit Bestimmtheit feststellen können, hält sie jedoch beide für wahrscheinlich devonischen Alters, also für wenig jünger als die mehr gestörten und metamorphisierten »silurischen« Schichten. Cameron hat auch den steilen Wall des Constance Range bezwungen und hat in einer Entfernung von etwa 1 engl. Meile von Range die auf dem Sandsteine liegenden horizontalen Kalke festgestellt, welche sich weit und breit gegen Westen und Südwesten ausbreiten und ein flaches spärlich bewachsenes Tafelland bilden, an dessen Saume die gegen Westen unter den Kalkstein einfallenden Sandsteine durch mehr bewegte Terrainformen und dunklere Vegetation sich

zeichnen. Gegen Süden, dort wo der Weg zur Herbert Vale Station aufs Tafelland steigt, verschwindet allmählich die Sandstein-Umsäumung und dann wendet sich der Rand des Tafellandes gegen Südosten und zwar liegen da Kalkstein-klippen etwa 50—60 Fuss hoch unmittelbar auf der Unterlage aus metamorph. Gesteinen. Cameron bemerkt, dass diese Grenze des Kalkhochlandes von Lawn Hill Creek im Norden bis Seymour River im Süden gewiss schon recht lange bekannt sei, da sie schon auf der geologischen Karte Queenslands aus dem Jahre 1895 eingezeichnet ist, allerdings gilt da der Kalkstein als »Lower Cretaceous«. Es scheint, dass R. L. Jack nur einen Teil dieser Grenze und zwar am Gregory River (Carl Creek) selbst gesehen hat, gewiss hat er jedoch schon Gewährsmänner gefunden, die ihm verlässliche Nachricht geben konnten. Ich habe selbst noch einen ehemaligen Prospector in dieser Gegend getroffen, der seit dem Jahre 1868 in der Gegend südl. von Burketown lebte.

Diese Tafellandkalke hält Cameron für viel jünger als R. L. Jack. Den Grund dafür bilden palaeontologische Beweise. Im April 1900 wurden zwei Species von Gastropoden von E. R. Brackenbeg in diesem Kalke gefunden, welche R. Etheridge jun. als Helix und Isidora bestimmt hat; die Fossilien wurden ln einem Vorsprung des Kalksteinplateaus gefunden, welcher die Insel zwischen Carl Creek Gregory und O'Shanassy einnimmt.

Nicht weit von dieser Stelle (bei Verdon Rock) hat der Auktor im demselben Kalksteine Knochenfragmente von Beutelthieren gefunden und sein Mitreisender Edwin Lowe hat später noch in hartem Kalkstein eingeschlossene Reste eines Krokodilschädels gefunden. Auf Grund dieser Funde hat W. E. Cameron folgende Diagnose aufgestellt »The universal horizontality of the Barklay Tableland junction lying ina basin surrounded by land standing at higher level than its uppermost beds, together with the occurence of the recent Helix and Isidora, and the marsupial and crocodilean remains point to a much more recent age (als kretazisch), and the beds no doubt represent a deposit of Post Tertiary Age. The occurence of the land and freshwater fauna point to the inference that in these recent times the Barklay Tableland

was the site of a great inland sea into which carbonate of lime was brought by the streams draining into it, and where it was collected in the shells of molluscs or slowly deposited by gradual evaporation from the surface of the lake during times of drought to form the present existing bed of limestone.[1])

Als neuester Forscher von der Queensland'schen Seite ist Lionel C. Ball zu nennen, welcher zwei Reisen nach Nordwestqueensland unternommen hat, deren Spezialzweck war die Erzvorkommen des sog. Mineralfeldes von Burketown geologisch zu untersuchen. Der Forscher hat jedoch seine Aufgabe viel breiter gefasst und gab in seiner Monographie[2]) ein sehr fleissig durcharbeitetes Bild der geologischen Verhältnisse der nordwestlichen Ecke Queensland, mit dem Schwerpunkte in der nächsten Umgebung der Gruben von Lawn Hill und Mended Hill. L. C. Ball hält das silurische Alter der hiesigen metam. Schichten nicht für erwiesen und weist darauf hin, dass am Mac Arthur River im Nordterritorium ähnliche Formation gefunden worden ist, die H. Y. L. Brown als permokarbonisch betrachtet. Die quarzitischen Sandsteine des Constance Range hält er für gleichen Alters als andere ähnliche Vorkommen weiter östlich die aus tektonischen Gründen von den anderen gestörten Schichten sich nicht unterscheiden lassen und entschieden viel älter sind als die horizontale Kalkbänke des Lawn Hill, welche Ball gewiss mit Recht für einen Zeugen hält und in Verbindung mit den Tafellandkalken bringt. Diese Tafellandkalke hält er jedoch mit Cameron für posttertiär; neue Beweise dafür sieht er in den eigenen Funden von Dentalium nördlich von Mended Hill und den von mir gesammelten Specimens unter dem Tarpeian Rock und etwa an derselben Stelle wie W. E. Cameron bei Riversleigh. Auf diese Beweise werde ich später zurückkommen.

Offiziell wird jetzt also in Queensland die Annahme geltend gemacht, dass die Tafellandkalke jungtertiär oder noch eher posttertiär sind.

---

1) l. c. S. 190—1.

2) The Burketown Mineral Field. Geolog. Surv. of Q'sld. No. 232.

Von dem Nordterritorium kann ich auch einige Beobachtungen und Altersbestimmungen vorbringen. Augustus C. Gregory hat von einigen Stellen auf seiner grossen Reise 1857 zwischen Victoria und Roper River horizontale Kalke in seinem Tagebuche erwähnt, die unter einem Sandstein liegen, welcher dem Desert Sandstone von Queensland fast gleicht[1]) und erwähnt auch den »Downs« Charakter der Landschaft. Der gewissenhafte uud hochverdiente H. Y. L. Brown, langjähriger Staatsgeologe von Südaustralien, hat das Nordterritorium auf vielen Reisen kreuz und quer durchstreift und von ihm stammt die grosse geologische Karte des Nordterritoriums, auf welcher die bisher bekannten Vorkommnisse des Tafellandkalkes gewissenhaft eingetragen erscheinen. Von den äusserst bescheiden und wortkarg gehaltenen Berichten dieses Geologen erfährt man leider wenig über die Detailformen der Oberfläche dieser Kalke; es ist meist »Downs country« mit üppigem Gras auf dunklem, fetten Lehm; die Kalke ragen nur selten auf die Oberfläche vor; »gibber plains«, Geröllflächen und flache Geröllhügel wechseln mit den grasigen Downs, das sind wohl die letzten Überreste der Wüstensandsteinhügel, die der Denudation zu Opfer gefallen sind. Auf seiner Karte des Nordterritoriums[2]) bezeichnet Brown diese Kalke als »crystalline limestones, and dolomites with flint and chert, Limestone conglomerate etc.« von unbestimmtem Alter, aber wahrscheinlich palaeozoisch. Die blaue Farbe dieser Kalke bedeckt auf der Karte grosse Flächen, die allerdings von Flächen anderen Kolorits und weissen Flecken von einander geschieden sind. Auf der Ostgrenze gegen Queensland fangen sie in grosser Breite an (von etwa 19°20′ bis 21°20′ s. B.) nehmen das ganze obere Stromgebiet der Georgina ein, dann von den Flächen, welche als »oberkretazisch« eingetragen sind, geschieden, bedeckt sie recht grosse Areas bei Brunette Downs (19° s. B. 136° ö. L.),

[1]) Journal of the North Australian Exploring Expedition. Journal R. Geograph. Soc. Vol. XXVIII. S. 84.

[2]) Geological map of the Northern Territory of South Australia, by H. Y. L. Brown, F. G. S. Government Geologist. Physical geography compiled by C. Winnecke, F. R. G. S. from private and official Records. Adelaide 1898. Scale 20 miles = 1 inch.

weiter westlich eine grosse Fläche entlang der kontinentaler Telegraphenlinie zwischen 15° u. 16° s. B., grosse Flächen am Victoria River nördlich und südlich des 16° s. B. und ein besonders grosses Gebiet, welches vom Quellengebiete des Daly River in nordwestlicher Richtung bis zu den Ebenen an seinem Unterlaufe reicht. Hätte man die Tagebücher A. C. GREGORY's mit verwertet, so hätte man dieses letzte Gebiet mit dem entlang der Telegraphenlinie gut verbinden können, denn am Dry River wurden von dem Forscher auf einigen Stellen Kalke konstatiert. Einige kleine blaue Flecke verbinden die grossen Flecke und bezeugen auch noch weiter speziell im Südosten die grössere Ausbreitung dieser Tafellandkalke. Wie ich von Herrn BROWN mündlich gehört habe, war er ursprünglich auch der Meinung, dass dieses Kalktafelland nur als eine Fortsetzung der Rolling Downs aufzufassen sei, und dass wahrscheinlich auch seine Kalke demselben geologischen Alter angehören, später jedoch hätten ihn ein, wenn auch nicht ganz einwandfreier palaeontologischer Fund bei Alexandra Downs und später dann noch mehr seine und H. BASEDOW's weiteren Entdeckungen von cambrischen Fossilien am Daly River dazu bewegt, dem ganzen Kalkkomplex ein viel höheres Alter zuzuschreiben. Wohl sind auf zwei Stellen im Daly River Gebiete kambrische Fossilspuren (Salterella) gefunden worden, die mit Trilobitenfunden (Olenellus bei Alexandra Downsstation, Agnostus und Macrodiscus von Tennant's Creek) in Verbindung gesetzt, einen nach der Meinung von H. Y. L. BROWN und H. BASEDOW genügenden Grund bilden, um dass grosse Tafellandkalksteingebiet des Nordterritoriums dem Cambrium zuzuweisen.[1]) Diese Kalke am Daly River liegen horizontal und diskordant über dem gefalteten Praekambrium.

[1]) Northern Territory of South Australia. North-western district. Reports (geological and general) resulting from the explorations made by the government geologist and staff during 1905. Adelaide, 1906. S. 5—20. General Geology H. Y. L. BROWN and H. BASEDOW. S. 14. »In lithological characters this formation is similar to the covering large areas between the Katherine Station and Flora Falls, also to that at Jasper and Timber Creeks, off the Victoria River, between the Elsey and Daly Waters Stations on

Verglichen mit dem, was wir aus Queensland wahrnehmen, ist das ein schönes Resultat, die Tafellandkalke sind in Queensland posttertiär und in Nordterritorium kambrisch! Kann man noch mehr verlangen?

Meiner Meinung nach kann man jedoch diese so extrem divergierenden Altersbestimmungen sehr leicht in Einklang bringen. Im Stromgebiete des Gregory River und seiner Zuflüsse liegt dieser Tafellandkalkstein durchwegs diskordant auf den älteren Formationen, die dem Palaeozoicum zugerechnet werden (Silur-Permokarbon), er muss also jünger sein als dieselben, er ist jedoch älter als die sogenannte Desert Sandstone Formation, welche zwar grösstenteils bis auf die Geröll- und Dreikanterflächen der Gibberplains von seiner Oberfläche verschwunden ist, jedoch nach meiner Erfahrung doch im Quellgebiete des Wooroona Creek noch in einer Höhe von etwa 20—30 *m* erhalten blieb und vielleicht noch weiter gegen Osten die Wasserscheide der zum Georgina und zum Gregory abfliessenden Wässer bildet. Diese Erfahrung und dann der Landschaftscharakter, das Eindringen in Einbuchtungen in das ältere Gebirge bringt mich zur festen Annahme, dass diese Tafellandkalke gleichen Alters wie die Rolling Downs Formation sind und dass sie sich nur dadurch von derselben unterscheiden, dass hier die porösen, reinen Kalke überwiegen, während in dem artesischen Basin der Rolling Downs hauptsächlich undurchlässige kalkige Schiefer und Mergel vertreten sind.

Der »Olenellus« von Alexandra Downs Station wurde auf der Schutthalde vor einem Bohrloche gefunden und zwar vielleicht in schiefrigen Mergeln, deren Verhältnis zu den Kalken noch gar nicht geklärt ist. Dass man am Daly River kambrische Fossilien gefunden hat, ist noch kein sicherer Beweis, dass das ungeheuere Kalksteingebiet desselben Alters

---

the Transcontinental Telegraph Line, at Anthony's Lagoon, Brunette Downs, Alexandria Station, and other places. It is most probably continuous beneath the basalt, sandstone and other later formations. The occurence of Cambrian fossils near the Daly River and Alexandria Station (Alexandra Downs) prove that these widely separated expanses of limestone are identical in age.«

sein muss. Im Gegenteil, man hat doch am Mac Arthur River ohne Zweifel im Liegenden der Kalke wahrscheinlich permokarbonische kohlige Schiefer gefunden und allen Beschreibungen nach liegt gewöhnlich gleich auf dem Kalkstein die Desert Sandstone Formation!

Es ist wohl leicht möglich, dass durch Zufall die kambrischen Kalke mit dem viel grösseren Gebiete der jüngeren Unterkreide-Kalke zusammenhängen und keine auffallende Diskordanz sowie keinen anderen auffallenden Unterschied aufweisen. Es ist überhaupt fast sicher, dass in West- und Zentralaustralien viel ältere Gebirgselemente vorhanden sind als in der sogenannten Australischen Antikordillera und Kordillera; es kann also leicht erklärlich sein, dass am Daly River Kambrium noch horizontal auf dem gestörten Praekambrium aufliegt, während weiter östlich auch noch die Bildungen des jüngeren Palaeozoicums mehr oder weniger heftigen tektonischen Störungen unterworfen waren.

Viel leichter noch ist der Irrtum zu erklären, dass dieselben Kalke in Queensland für posttertiär und Süsswasserkalke erklärt werden. Gibt es überhaupt irgendwo Süsswasserkalke in einer Flächenausdehnung von vielen Tausenden km^2 und einer Mächtigkeit von Hundert und mehr Metern? Diese Erklärung passt nur für die oberflächlichen Schichten und Hohlraumausfüllungen, also für rein sekundäre Bildungen, welche in verschiedener Mächtigkeit die älteren Hohlräume und erweiterte Klüfte ausfüllten und auch in mehr oder weniger grosser Mächtigkeit in Süsswasseransammlungen abgesetzt wurden, welche sich aus morphologischen oder klimatischen Gründen auf der Oberfläche des Tafellandes besonders an seinem Nordrande bildeten. Diese Bildungen und die in denselben gefundenen Fossilien sind ganz bestimmt sekundär und die grosse Masse des Tafellandkalkes ist älter, älter als die Desert Sandstone Formation und jünger als das gestörte Palaeozoicum!

Leider habe ich für diese meine Überzeugung keine palaeontologischen Beweise; es ist mir nicht gelungen in dem Kalkschichtenkomplexe eine deutliche Spur von Fossilien zu finden, obgleich ich bei Camooweal bis in die Tiefe von über 60 *m* in einer Höhle die einzelnen Schichten aufmerksam be-

trachten konnte: ich hoffe jedoch, dass es bei einer eingehenderen Untersuchung doch gelingen wird, primäre Versteinerungen zu finden, die wohl meine hier ausgesprochene Meinung bestätigen werden.

Meine Reise auf dem Tafelland.

Der Weg von Cloncurry nach Camooweal führt in der östlichen Hälfte durch das alte Gebirgsland, in der westlichen Hälfte auf dem Barkly Tableland. Cloncurry liegt etwa 200 *m* abs. Höhe, der Weg steigt zur Wasserscheide zwischen den Stromgebieten der Flüsse Cloncurry und Leichhardt, welche etwa 400 *m* hoch liegt,[1]) senkt sich im Tale des West-Leichhardt unter 300 *m*, steigt im Wagga Boonya Range wieder über 400 *m*, senkt sich dann in einigen Wellen bis zum Tale der Georgina bei Camooweal, in einer Höhe von etwa 230 *m*. Der östliche Teil des Gebirgslandes speziell im Gebiete des Cameron River und Argylla Creek ist ein wildes, wüstes, geologisch sehr kompliziertes Gebiet, dessen höchste Gipfel wohl nicht über 700 *m* abs. Höhe reichen; krystallinische Schiefer, Marmor, Quarzite wechseln da im bunten Gewirr mit Stöcken plutonischer Gesteine.[2]) Das Gebirgsland war bis zu einer Peneplain abgetragen und wenigstens teilweise auch von Desert Sandstone bedeckt, wurde jedoch wahrscheinlich im jüngeren Tertiär von neuem gehoben und von Tälern reif zergliedert; die Täler nicht nur der Hauptflüsse sondern auch der Nebenflüsse sind unverhältnismässig breit, obgleich auch die aktuellen Fluss- und Bachrinnen meist trocken daliegen: aber die seltenen mächtigen Regengüsse, die besonders in der Regenzeit oft auf Wochen lang den Postweg ganz unpassierbar machen, lassen auch schon im

---

[1]) Interessante Höhenprofile der Strecken Cloncurry-Camooweal-Burketown enthält Report by Mr. George Phillips, C. E. upon the advisability of constructing Railways, and ports connected therewith, in the Gulf of Carpentaria. Brisbane 1909.

[2]) Lionel C. Ball, Cloncurry Copper Mining District. Part 1. u. 2. Queensland geological Survey, Publ. No. 215. Brisbane 1908. ist die beste geologische Monographie über die weitere Umgebung von Cloncurry.

Quellengebiete mächtige reissende Ströme entstehen, die den Verwitterungsschutt fast flächenhaft wegräumen und in die weiten Täler mit kleinem Gefälle transportieren. Die Bevölkerung ist wegen Unwirtlichkeit und Wassermangel äusserst spärlich, Bergleute, welche Gold und hauptsächlich Kupfer schürfen und in den letzten Jahren auch Jäger, welche den sehr zahlreichen grossen Gebirgskänguruhs (Wallaroo) nachsetzen. Die Eingeborenen sind bis auf einzelne Personen, die bei den Weissen bedienstet sind, ausgestorben; meist sind sie förmlichen Jagden, welche auf sie in den achtziger Jahren arrangiert wurden, zum Opfer gefallen. Vom West-Leichhardt River an führt der Weg fast gegen Nordnordwest, indem er sich durch breite wasserlose Täler zwischen niedrigen und zackigen Quarzitrücken windet. Die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Leichhardt River und des Georgina wird entweder im Kennedy's Gap oder in einem Passe des Wagga-Boonya Rückens überschritten. Der wasserscheidende Rücken erhebt sich nur unbedeutend über seine Umgebung, besonders gegen Westen ist der Abfall sehr langsam. Der Boden ist meist mit losem kantigem Quarzschutt und grobem Sand bedeckt, welcher einen kümmerlichen Gidya Scrub und Triodia Gras trägt. Erst in einiger Entfernung von der Wasserscheide beginnen sich meist noch schmale Streifen von offener Downs Country zu zeigen, die einen fetten, dunklen Lehm aufweisen, welcher mit sehr üppigem und saftigem Graswuchs bedeckt ist. Diese Streifen guter Weide haben einen Ansiedler, Selektor angelockt, der sich im Gundaria Quadrangle am Johnsons Creek etablierte; fast vollständiger Wassermangel bedroht stark sein Unternehmen, denn die Wasserlachen im Bette des Creeks sind meist nicht permanent und ein Brunnen, welcher fast 100 Fuss tief gegraben wurde, fuhr durch Sand und Schotter bis in den Quarzit ein, ohne einen ständigen Grundwasserstrom zu erreichen. In der Nähe der früheren, jetzt abgebrannten Post- und Telegraphenstation Yelvertoft werden die Grasfluren schon breiter, man sieht aber nirgends den Kalkstein anstehend; dann steigt der Weg wieder, indem er meist auf echten Gibberplains sich hinzieht, die mit kantigem Schutt von Jaspis, Chalcedon, Achat und anderen Quarzarten bedeckt sind, verkümmerten

Akazienscrub und Büschel von Triodia Gras tragen und besonders durch sehr zahlreiche bis 3 *m* hohe Termitenbauten sich auszeichnen. Auf dem schwarzen Lehmboden befinden sich keine auffälligen Termitenbauten.

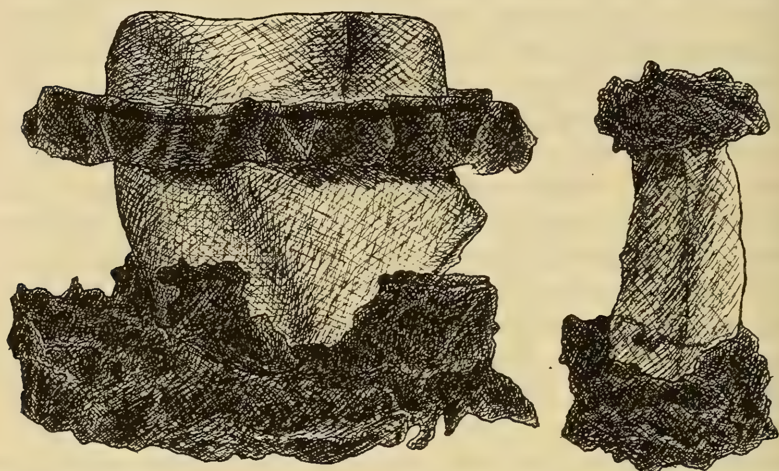
Die Gibberplains sind letzte Denudationsreste der ehemaligen Desert Sandstone-Schichten, welche das Tafelland bedeckten. Etwa 50 *km* östlich von Camooweal im Quellgebiete des Wooroona Creek nähert sich der Weg bis auf etwa $^1/_2$ *km* dem niedrigen Reste des Wüstensandsteinplateaus, welcher 30—40 *m* hoch über seinen Fuss mit steilen Abhängen aufragt und wahrscheinlich gegen Osten noch etwas höher und auch breiter wird.

Der Wooroona oder Waroona Creek ist südlich des Weges schon im Kalk eingeschnitten, auf der linken Seite seines Bettes ist sogar eine Doline eingesenkt, etwa 4 *m* tief mit 10 *m* Durchmesser, die Sohle mit Alluvium bedeckt. Das Bett des Baches ist in horizontale dünne Platten eines weissen klingenden, harten, kieseligen Kalksteins eingeschnitten, welcher durch unter rechtem Winkel sich kreuzende vertikale Spalten durchsetzt ist, welche die tiefer eingeschnittenen Teile des Bachbettes so scharf umgrenzen, dass diese regelmässige, wie künstlich im Kalke ausgemeisselte Wasserbehälter darstellen. Von hier geht es zuerst mit ziemlich starkem Gefälle, dann aber von Nowranie Creek an fast ganz eben bis Camooweal. Noch hier überwiegen die Gibberplains mit Scrub über der offenen Downs Country. Das Bett des Nowranie Creek enthält dort, wo der Weg es kreuzt, einen dauerhaften grossen tiefen Tümpel (Waterhole), dessen Wasser offenbar nicht in das darunter befindliche Kalkschichtenkomplex durchsickern kann. Auf einer weit und breit entholzten ebenen Fläche liegt Camooweal, ein Town von etwa 20 Häusern, ein wichtiges Einkauf- nnd Erholungszentrum für ein ungeheuer grosses Gebiet, dessen Fläche fast so gross wie Deutschland ist und höchstens 500 weisse Bewohner hat. Nach Camooweal konvergieren nämlich nicht nur die Viehzuchtstationen auf dem Barkly Tableland in Queensland, sondern auch noch ein viel grösseres Gebiet im Nordterritorium. Die Transporte nach und von den Stationen gehen über Camooweal nach Burketown oder nach Cloncurry, in hiesigen Wirtshäusern

werden ab und zu grosse Summen von den einsiedlerisch lebenden gut bezahlten Fuhrleuten, Viehtreibern und Hirten ausgeworfen.

Camooweal ist nur etwa $^{1}/_{2}$ *km* von dem breiten seichten Bette des Georgina Flusses entfernt, welcher westlich von dem Orte von NNW gegen SSO fliesst und dort wo er am Nächsten dem Orte ist, einen kleinen See, Lake Frances, bildet. Es ist das nur ein tiefer perennierender Tümpel, auf dessen Sohle das Wasser nicht in die Tiefe versickert. Etwa 4 *km* NNW. von Camooweal liegt dicht bei der Station Rocklands eine noch grössere perennierende Wasseransammlung im Bette des Georgina, es ist das Landsborough's Lake Mary, welcher auch Lake Frances den Namen gab. Gewöhnlich ist das Bett des Flusses ausserhalb und zwischen dieser Wasseransammlungen ganz trocken, nur in der Regenzeit (Dezember—April) verändert sich zeitweise das trockene Bett in einen mächtigen Strom, welcher sich stellenweise wie ein See ausbreitet. Ein Teil des Wassers fliesst oberflächlich ab, viel mehr jedoch evaporiert und ein grosses Quantum verschwindet auch in Ponoren, welche zu verzweigten Höhlengängen führen und endlich zum Grundwasserniveau des Karstgebietes führen. Im trockenen Bette des Georgina Flusses bei Camooweal und bei Rocklands sind treppenartig die horizontalen Kalksteinbänke entblösst, welche stellenweise rudimentäre feine Karrenformen aufweisen, die Klüfte und Fugen sind meist sekundär ausgefüllt und zwar mit Hornsteinbildungen, welche wahrscheinlich zum Teil wenigstens die ursprünglich lehmigen und kalkigen Sekundärbildungen gewesen sind, jedoch von dem Wasser, welches durch die quarzreichen Desert Sandstoneschichten durchsickerte, mit Kieselsäure infiltriert worden sind. Dass solche kieselige Infiltration in Australien sehr oft und in ungewöhnlich grossem Maasstabe vorkommt, ist bekannt. Über den Ursprung dieser freien Kieselsäure ist man noch nicht im Klaren. Gerade an der Basis der Tafellandkalke gibt es zu Quarzit gewordene Sandsteine, welche weit verbreitet sind und die Desertsandstone-Schichten enthalten doch auch riesig viel von sekundär verkieseltem Material, welcher dann als letzter Überrest dieser Schichten die »Gibber plains« bildet.

Diese Hornsteinbildungen sind natürlich widerstandsfähiger als die Kalksteinbänke, besonders da hier bei dem ruhig fliessenden Georgina mehr die chemische als die mechanische Erosion wirkt; deshalb bilden sie oft Miniatursimsen und verschiedenartige Knollen, wenn der primäre Kalkstein schon stark auf seinem Volumen verloren hat.



Corrosionsrelikte von Rocklands Station. Die primäre Kalkmasse ist hell, die Hornsteinbildungen sind dunkel. $^1/_3$ nat. Grösse.

Stellenweise werden durch diese ungleiche Corrosion seltsame Formen ausgebildet, von denen zwei schöne Probestücke ich mit mir von der Station Rocklands nach Prag gebracht habe. Dieselben sind von Dr. Radim Kettner untersucht worden, welcher mir die Resultate seiner Untersuchung freundlich zur Disposition gestellt hat. Dieselben werden in der Anmerkung wörtlich wiedergeben.[1]) Siehe auch Abbildung.

[1]) »Die Hornsteine, die ich an zwei Belegstücken untersuchen konnte, bilden in den Kalksteinschichten linsenförmige oder unregelmässig begrenzte, dabei aber ziemlich vollkommen konkordante Einlagerungen; sie sind von lichtbläulicher oder gelblicher Farbe und muscheligem Bruche. Unter dem Mikroskope erscheinen sie fast ganz dicht, strukturlos, stellenweise ganz klar und durchscheinend, stellenweise von angehäuften submikroskopischen

Auch in der Umgebung von Camooweal nehmen die mit kieseligem Schotter bedeckten Flächen ein grösseres Areal ein als diejenigen, auf welchen der Kalkstein nur durch seinen eigenen Eluviallehm bedeckt ist.

Sehr selten ist die Felsoberfläche entblösst und wo man wirklich die entblössten Bänke in einer Gesammtmächtigkeit von einigen Metern zu sehen bekommt, da sind, wie schon

---

Partikelchen einer chloritischen und limonitischen Substanz gelblich gefärbt und trübe. Unter gekreuzten Nicols zerfällt der Hornstein in ein dichtes Gemenge von winzig kleinen Quarzkörnchen, welche entweder zackenförmig ineinandergreifen und meistens undulös auslöschen, oder von einer amorphen, isotropen Opalsubstanz durchflochten sind. Oft sieht man auch kleine Sphaerokrystalle von faserigem Chalzedon. In dieser dichten kieseligen Grundmasse sind stellenweise spärlich, stellenweise aber massenhaft Dolomitkörnchen eingebettet, welche durch ihre hohe Polarisationsfarbe von der fast dunklen Grundmasse auffallend abstechen. Auch im gewöhnlichem Lichte können sie besonders bei Benützung einer starken Vergrösserung und bei gesenktem Kondensor gut wahrgenommen werden. Sie sind in der Regel von vollkommen ausgebildeten Rhomboederflächen begrenzt und lassen fast nie eine Zwillingsbildung erkennen. — Spuren organischer Reste konnten im Dünnschliffe nirgends nachgewiesen werden.

Der aus einem kieseligen Dreikanter hergestellte Dünnschliff zeigte ganz ähnliche Verhältnisse, wie die eben beschriebene Probe der Hornsteineinlagerung aus den Kalksteinen, nur war der Dolomitspat in der kieseligen Frundmasse bedeutend spärlicher vertreten. Es lässt sich demgemäss gut dafürhalten, dass die auf der Erdoberfläche zerstreuten Kantengerölle ähnlichen Hornsteineinlagerungen in den Kalksteinschichten entstammen.

Was die Entstehung der uns interessierenden Hornsteine betrifft, so bin ich der Ansicht, dass sie aus dolomitischen Kalksteinen durch eine allmähliche metasomatische Verdrängung des $CaCO_3$ durch Kieselsäure zustandegekommen sind. Das bezeugt namentlich die Anwesenheit von Dolomitkrystälchen in der kieseligen Grundmasse der Hornsteine. Durchsickernde vadose Wässer, die von oben gelöste kolloidale Kieselsäure mitbrachten, haben in den ursprünglichen dolomitischen Kalksteinen das leichter lösbare $CaCO_3$ gelöst und fortgeführt und an seiner Stelle Kieselsäure abgesetzt; das schwer lösbare $MgCO_3$ ist in die Lösung nicht übergegangen und ist deshalb im Gesteine zurückgeblieben.

Dass die Kalksteine sicher dolomitführend sind, konnte ich durch mikroskopische Untersuchung, sowie durch Prüfung mit verdünnter Salzsäure an einem aus dem die Hornsteine enthalten-

gesagt, die Klüfte und Fugen meist sekundär ausgefüllt. Die Oberfläche der Kalke kann sich also nicht wie ein Sieb betätigen, die Lücken, welche das Sickerwasser in die Tiefe führen könnten, sind wohl meist verstopft. Wenn dem nicht so wäre, könnten sich Lake Frances und Lake Mary nicht als perennierende Wasseransammlungen halten. Es ist auch sehr möglich, dass ihre Sohle aus den kieseligen dünnschich-

---

den Kalksteine hergestellten Dünnschliffe nachweisen. U. d. M. bietet der Dünnschliff dasselbe Bild, welches z. B. J. H. L. Vogt an norwegischen dolomitischen Kalksteinen*) oder Fran Tučan an denjenigen des kroatischen Karstgebietes**) beschrieben haben. Während die Dolomitkörner, wenn dicht aneinandergedrängt, die charakteristische zuckerförmige Struktur wahrnehmen lassen und als polygonale, bald geradlinige, bald krummlinige Individuen erscheinen, erkennt man den Kalkspat an seinen zickzackförmigen Umrissen und der häufigen Zwillingsbildung.

Eine andere Erklärung für die Entstehung der in Betracht kommenden Hornsteine scheint mir nicht plausibel zu sein. Gegen die Annahme eines organischen Ursprungs der Hornsteineinlagerungen, welchen vielleicht ihr konkordantes Verhältnis zu den Kalksteinschichten zu bezeugen schien, spricht das absolute Fehlen von organischen Resten in der kieseligen Substanz. Auch die Meinung, dass die Kieselsäure praeexistierende Hohlräume in den Kalksteinen ausgefüllt hat, darf wegen der absoluten Strukturlosigkeit der Hornsteine kaum angenommen werden. Wäre die letzt angeführte Ansicht richtig, dann müssten die Hornsteinablagerungen eine konzentrische Struktur der Achatbildungen zeigen.

Die Hornsteinknollen (ein Handstück aus den Glissan Caves) aus den tieferen kretazeischen Kalksteinen sind aus einem Gemenge von Quarz-, Chalzedon- und Opalkörnchen zusammengesetzt und enthalten daneben auch zahlreiche Foraminiferenreste, deren Schalen aus Kalkstein bestehen. Es konnten folgende Foraminiferengattungen nachgewiesen werden: Operculina, Globigerina, Nodosaria, Haplophragmium, Cristellaria und Textularia. Woher die die Hornsteinknollen bildende kieselige Substanz stammt, wage ich nicht zu entscheiden, bin aber der Ansicht, dass sie kaum organischen Ursprungs ist, da die Foraminiferen bekanntlich nur kalkige Schalen ausscheiden.«

---

*) Norsk marmor, Norges Geologiske Undersögelse, Kristiania 1897.

**) Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes, »Annales géologiques de la Péninsule balkanique«, Bd. VI., Heft 2, Belgrad 1911.

tigen Kalken besteht, welche für das Wasser fast undurchlässig sind.

Mit Ausnahme der rudimentären Karren, die man auf den entblössten Kalkbänken zu sehen bekommt, gibt es weit und breit keine anderen Karstphänomene und man könnte ohne kundige Führung lange hin und her wandern, ohne einen Beweis von der Karstnatur der Tafellandkalke zu bekommen. Die Ursache davon ist natürlich nur die, dass früher das ganze Tafelland durch Wüstensandstein bedeckt war, dass die Kalkoberfläche nur selten wirklich entblösst ist und dass meist noch durch die Sekundärbildungen die freie Aktion des einsickernden Wassers gehemmt wird.

Nur weit von einander entfernt kommen Gruppen von Dolinen, Schloten und Einsturzschächten vor, meist sind sie in der Nähe der Flussbette gelegen und während der Hochwässer verschwinden grosse Wassermassen durch dieselben. Es wurde mir durch das Entgegenkommen der Camoowealer Bürger und speziell des Verwalters von Rocklands Mr. H. A. Glissan ermöglicht, in kurzer Zeit alle Höhlengruppen in der nahen Umgebung kennen zu lernen.

So wie das Tafelland überhaupt noch fast als eine Terra incognita gelten kann, so ist auch die Kenntnis von den Höhlen in der Umgebung von Camooweal wenig verbreitet. Landsborough erwähnt in seinem Tagebuche nur auf einer einzigen Stelle etwa 5 *km* nördlich von Lake Mary nahe am Hervey's Creek »a strange deep rocky pit«. Wahrscheinlich nach den Aufzeichnungen von Landsborough wurde dieser Schacht als »cavern« in die offizielle »Queensland Four-Mile Map« (Sheet 16 D) aufgenommen. A. Meston hat in seiner Geographic History of Queensland (herausgegeben im Jahre 1895) folgende Notiz (S. 161) über die Höhlen auf dem Tafellande: »Far north-west, in the Camooweal district, on the Georgina River, are peculiar underground limestone caves representing irregular chasms over 100 feet in depth, the walls formed by large limestone boulders, and the floor covered by limestone slabs resembling tombstones. There are side passages, and small caves, some adorned by beautiful stalactites covering the roof.« Die weitere Bemerkung bezieht sich wohl auf die Höhlen im allgemeinen »Bones of animals

and aboriginals, and heaps of drift, are found on the floors of these remarkable subterranean caverns«, denn die Bewohner von Camooweal konnten mir über keine solche sensationellen Entdeckungen erzählen. Die einzige ausführliche Beschreibung wurde über die sogenannten Nowranie Caves von T. P. Keys gegeben,[1]) welche leider nur in kurzem Auszuge gedruckt wurde. Mr. Keys war einige Jahre als Lehrer in Camooweal beschäftigt und wird noch immer als der beste Kenner der Höhlen und ausserordentlich guter Kletterer gerühmt.

Von der Station Rocklands aus habe ich zuerst die Höhlengruppe am Little Harvey's Creek, welche dicht an seiner Mündung in den Georgina liegt, gesehen. Sie besteht aus einer grossen flachen unsymmetrischen Doline, welche auf der Nordostseite am tiefsten ist und unter einer steilen Wand in grossen Ponor mündet, welcher ca. 8 *m* unter dem oberen Rande sich befindet. Durch diese Doline fliesst in der Regenzeit ein Teil des Wassers der Georgina und des Harvey Creek in die Tiefe, in der Trockenzeit war sie regelmässig trocken und man konnte den Höhlengang betreten, welcher durch einen offenen Schlot von oben in einer Entfernung von etwa 25 *m* vom Eingang beleuchtet wird. Nach Herrn Glissan's Schilderung war der Höhlengang fast horizontal, Tropfsteinbildungen fehlten fast ganz, ein teilweise verschütteter Nebengang führte zu dem eingestürzten Höhlentor etwas weiter südlich. In diesem Jahre blieb das Wasser in der Doline stehen, obgleich die Flussbette schon lange trocken waren; der Ponor wurde durch ein geschwemmtes Material und vielleicht auch durch Einsturz eines Teiles der Decke ganz fest verschlossen, so dass das Wasser nicht abfliessen kann. So wurde die Station Rocklands um eine schöne »Waterhole« bereichert, welche der Verwaltung sehr willkommen ist, da es an dem oberen Georgina nur drei grössere Waterholes gibt (Grassmere W. H., Keribobla W. H. und Redford W. H.[2]), welche jedoch ausnahmsweise in lang-

[1]) Description of some caves near Camooweal. (Read before the Royal Society of Queensland, August 19. 1899.) Proceedings of the Royal Society of Queensland. Vol. XV. 1900. S. 87—88.

[2]) Auf der Karte in Stieler's Handatlas werden Redford und Grassmere als kleine Ansiedlungen bezeichnet. Wohl hat die

andauernden ganz regenlosen Trockenzeiten auch vertrocknen. Der östliche felsige Rand dieser Doline verläuft fast N-S, und etwa 25 *m* östlich liegen auch in derselben Richtung der Schlot und die eingestürzte Höhle. Die Trümmer lassen das Betreten des Höhlenganges nicht zu. Die frisch abgebrochenen Schichten der ehemaligen Höhlendecke sind meist recht dünn und kieselig, erst tiefer in der Höhle kommen dicke Bänke vor. Die kieseligen Schichten enthalten hie und da auch Hornsteinsknollen und die Klüfte sind teilweise mit kieseligen harten Zwischenlagen ausgefüllt. Ich habe dieser Höhlengruppe am Harvey's Creek den Namen H. A. Glissan Gruppe gegeben, um so die grossen Verdienste zu würdigen, welche sich der betreffende Herr während des Vierteljahrhunderts seiner Anwesenheit auf dem Tafellande um die Erforschung der hydrographischen Verhältnisse des Gebietes und um seine wirtschafliche Erschliessung erworben hat.

Etwa 2 *km* weiter nordwestlich liegt eine andere durch Einsturz entstandene Doline, auf der Nordseite fasst sie eine steile etwa 13 *m* hohe Wand ein, auf anderen Seiten steigt der Grund treppenartig, unter der Wand befindet sich die etwas verschüttete Ponoröffnung, nach recht frischen Spuren zu urteilen ist das Wasser bis auf etwa 2·5 *m* von dem oberen Rande gestanden. Auf der Rückfahrt sahen wir noch etwa 1½ *km* N. W. von Lake Mary eine durch Einbruch entstandene Doline mit eiförmigem Umriss, die längere Axe WNW-ESE verlaufend, etwa 14 *m* lang, 10 *m* breit und 10 *m* tief.

Am anderen Tage haben wir die Höhlen am Emu Creek, etwa 15 *km* nördlich von Redlands gesehen. Hier gibt es in flachliegenden entblössten Kalkschichten einige rudimentäre Dolinen, dann weiter östlich eine grosse etwa 5 *m* tiefe Schüsseldoline mit kleinem Ponor auf der tiefsten Stelle und dicht daneben einen grossen halbentblössten Höhlenraum, welcher einen N—S etwa 50 *m* langen und 30 *m* breiten

---

Verkürzung W. H. diesen Irrtum hervorgerufen. Auf deutschen Karten bedeutet wohl W. H. ein Wirtshaus, da in Australien bedeutet W. H. nur einen Wassertümpel, manchmal mit schlechtem und stinkendem Wasser.

elliptischen Raum einnimmt; davon ist weniger als die Hälfte als Höhle erhalten, während über dem grösseren Teil die Decke eingestürzt ist. Zwei kleine Schlotöffnungen führen senkrecht durch die etwa 5 *m* mächtige Decke in den Höhlenraum. Die Trümmer der eingestürzten Decke liegen im Chaos auf der Sohle des freien Raumes, sie sind noch ganz wenig von der Korrosion angegriffen, man kann daher den Absturz für verhältnismässig sehr jung halten, die treppenartigen Abhänge und die entblössten Schichtflächen in der Umgebung sind schwach verkarrt. Die Decke der Höhle ist ganz ohne Tropfsteinbildungen, die Sohle ist mit trockenem staubigen Lehm bedeckt, der Ponor ist unter den Trümmern verdeckt. Auf der Westseite der noch bedeckten Höhle ist ein Teil der Decke, 3 Bänke in einer Mächtigkeit von über 1 *m* abgerissen und bildet eine zusammenhängende über der Höhlensohle erhöhte Terrasse. Etwa 50 Schritt östlich von der Schüsseldoline ist eine andere mit ovalem Umrisse, mit steilem, felsigem Rande, noch teilweise mit Wasser ausgefüllt. Die Tiefe der entblössten Hänge beträgt 3 *m*, die Tiefe des Wassers noch über 1 *m*. Es ist das eine schon hoch mit eingeschwemmtem Material ausgefüllte Einsturzdoline.

Etwa 8 *km* nordwestlich von dieser Gruppe ist noch eine andere sogenannte Hassel's caves am Elizabeth Creek, die sehr tief sind und eine grosse Menge von Fledermäusen beherbergen.

In der südlichen Richtung von Lake Frances bildet der Georgina einen anderen »See« Lake Canellan, welcher in sehr trockenen Jahren vertrocknet. Etwa 1 *km* westlich von diesem Tümpel liegt eine in Bildung betroffene Einsturzdoline. Ein wenig elliptischer fast runder Raum von etwa 30 *m* Diameter ist von einem Wirrwarr von in grosse und kleine Schollen zerbrochenen dicken Bänken ausgefüllt, welche konzentrisch zur Mitte versinken; hier jedoch ist noch eine feste Brücke stehen geblieben, unter welche ein enger teilweise schon eingestürzter, noch etwa 5 *m* langer, dunkler Höhlengang führt, von welchem einige sehr niedrige horizontale Gänge abzweigen, die fast ganz mit feuchtem Lehm ausgefüllt sind. Von der Decke dieses Höhlenganges hängen einige 3—5 *cm* lange Stalaktite. Einige Felsen in der Tiefe

zeigen gut die Wirkungen des im Wirbel bewegten Sand tragenden Wassers. Fünfzig Meter in östlicher Richtung von dieser grossen Einsturzdoline liegt eine kleine, flachschüsselige, runde Doline, deren Sohle nur etwa um 30 *cm* tiefer liegt als der Rand. Kleine, seichte Karren sind in die Oberfläche der Bänke eingefressen, auch die Ecken der gestörtliegenden Trümmer sind schon angegriffen. Während der Hochwässer verschwindet ein Arm des Georgina River in dieser Höhle.

Das Westufer des Georginabettes und auch der in demselben befindlichen Seen ist weniger hoch und steil, als das Ostufer, dieselbe Erscheinung soll auch bei anderen N—S fliessenden Gewässern auf dem Tafellande auffällig sein.

Etwa 2 *km* nordöstlich von Camooweal in der nächsten Nähe des jetzt von der Cloncurry Postkutsche benützten Weges, liegt auch eine Gruppe von Depressionen. Nördlich von dem Wege liegt eine unregelmässige Doline mit verästelten Rändern, die eine Waterhole birgt; ihr Diameter beträgt etwa 30 *m*, die Tiefe 5 *m*, sie ist tief mit Lehm und anderem eingeschwemmten Material ausgefüllt. Südlich vom Wege gibt es eine noch unregelmässigere Vertiefung, eigentlich eine Gruppe von Ponoren mit gemeinsamer äusserer Umrandung. Die Vertiefung ist teilweise durch Einsinken der dicken Schollen entstanden, welche teilweise durch harte verkieselte rote Sekundärbildungen bedeckt sind. In eine von den jetzt teilweise mit Schlamm ausgefüllten Ponoröffnungen fliesst das Wasser von der Ostseite, in die andere führt ein scharfer Einschnitt von der südlichen Seite. Die Einschnitte sind meist durch wirbelnde Bewegung des Wassers ausgebreitete Klüfte, deutlich sieht man wie das Wasser zwar teilweise seitwärts unter die Bänke verschwindet, nach grossen Regen kommt jedoch der grösste Teil des Wassers bis in die Ponore und besitzt grosse evorsive Kraft, indem es von der Umgebung Quarzschotter und Sand mitnimmt. Etwa 400 Meter gegen SW liegt eine andere Vertiefung, deren Mitte von einer Schlucht mit senkrechten Wänden eingenommen ist, die durch Einsturz der Decke über eine ein regelmässiges Parallelogram bildende Höhle entstanden ist. Die Ost- und Westseite sind ca 30 *m* lang, die

anderen etwa 10 *m*; durch tiefe von der Nordseite hineinführende Wassereinschnitte kann man hineinsteigen, die Tiefe beträgt von der Sohle bis zum Rande der Depression etwa 25 *m*. Im südlichsten Teil des Raumes ist noch ein Stück der Decke erhalten geblieben; auf der Sohle liegen die Trümmer der Decke mit abgebrochenen kurzen Stalaktiten teilweise von feuchtem, dunkelrotem Schlamm bedeckt. Die tiefste Stelle befindet sich in der Südwestecke, wo sich ein zugestopfter Ponor befindet. Ein scharfer Wasserriss führt auch von der Südseite in den Raum.

Etwa 6 *km* östlich von Camooweal liegt eine andere Gruppe von Ponoren, es sind das fast regelmässige viereckige Vertiefungen mit etwas abgeschliffenen Rändern, je zwei beisammen. Die Sohlen sind mit sandigem Lehm bedeckt. Zwei sind grösser, mit etwa 5 *m* Seitenlänge und 2—3 *m* Tiefe, zwei kleiner, etwa $1^1/_2$ *m* breit und 1 *m* tief. In nördlicher Richtung von diesen Ponoren liegt in der Nähe der Telegraphenlinie eine durch Einsturz entstandene Doline, mit welcher an der Westseite noch ein bedeckter Höhlenraum verbunden ist. Der Diameter der pentagonalen Doline beträgt über 20 *m*, die Tiefe etwa 15 *m*, der Eingang in die Höhle ist 13 *m* breit. Die Decke ist von zwei runden Schlotöffnungen durchlöchert, in der Südwestecke ist ein verschlammter Ponor. Der östliche Teil der Höhle weist von oben bis etwa 6 *m* Tiefe sänftere Hänge, erst in der unteren Hälfte sind sie fast senkrecht; es war offenbar eine Trichterdoline vorhanden, welche sich dann durch den Einsturz der Decke vertiefte. Verkarrung sehr schwach, keine Tropfsteinbildungen.

Die Nowranie Caves,[1]) welche der »servile« Teil der Ortsbevölkerung auch die »Lamington Caves« zu bezeichnen pflegt (nach dem Gouverneur Lord Lamington, der die Höhlen besucht hat) liegen etwa 20 *km* südsüdöstlich von Camooweal, in der Nähe des seichten Bettes des Nowranie Creeks, welcher beim Hochwasser einen Teil seines Wassers in die Höhle fliessen lässt. Ein geräumiger Naturschacht befindet

[1]) Es ist der grosse Naturschacht und die von demselben führende Höhle, welche auch T. P. Keys in der Queensland Royal Society beschrieben hat.

sich in der Mitte eines treppenartig sich senkenden ovalen Raumes, mit einer schmalen Basis auf der ONO Seite, mit zwei etwa 40 *m* langen Wänden, die sich im SW unter scharfem Winkel begegnen. Die Tiefe beträgt unter der kurzen Basiswand etwa 40 *m*, es öffnet sich hier ein hohes Höhlentor, gegen SW steigt ein grosser Trümmerhaufen, so dass in der scharfen Ecke die Tiefe der Sohle nur weniger als 20 *m* beträgt und noch durch einen eingeklemmten mächtigen Felsen geteilt wird. Von den beiden Ecken der Basiswand führen scharfe tiefe Einschnitte in den Schacht, durch welche die Überschwemmungswässer teilweise in die Tiefe gelangen. P. T. Keys beschreibt drei Etagen dieser Höhle; wir waren nur im Stande zwei zu besuchen, in der dritten, tiefsten, war noch Wasser. Man kann zwei Arten von Höhlengängen unterscheiden, die hohen und breiten Gänge, welche in scharf bestimmten Richtungen verlaufen und dann die Nebenhöhlen und niedrigen Seitengänge, welche nur in der oberen Etage mehr verbreitet sind. Die obere Etage kommuniziert mit der unteren durch ein breites Loch, welches durch die Wirbelbewegung des Wassers in der harten kieseligen etwa $1^1/_2$ *m* mächtigen Zwischenlage ausgehöhlt worden ist. Auf dem Ende des zugänglichen Ganges der oberen Etage gibt es unter Trümmern noch andere jetzt unzugängliche Löcher. Von der unteren Etage führt ein schmäleres schlotartiges Loch bis zum Wasserniveau, welches sich über 73 *m* tief von der Erdoberfläche befindet. Die obere Etage liegt mehr als 40 *m*, die untere etwa 55 *m* unter dem Rande des Naturschachtes. Verschiedene Richtungen machen sich geltend im Verlaufe der Hauptgänge, am meisten überwiegt WSW-ENE, dann kommen noch WNW-ESE, SSW-NNE und SSE-NNW vor. Die Länge der begangenen Hauptgänge der oberen Etage beträgt etwa 160 *m*, die der unteren Etage etwa 60 *m*. Die Sohle ist von ebenen Schichtflächen gebildet, stellenweise ist sie von Trümmern der herabgefallenen Deckenstücke bedeckt, eingeschwemmter Lehm und Schotter füllt die Klüfte zwischen den ebenen grabsteinähnlichen Schollen aus. Wie schon angedeutet, wird die Sohle der oberen und auch der unteren Etage von den dünnen kieseligen Kalkschichten gebildet, welche nur mechanisch an weit von einander liegenden

Stellen durcherodiert worden sind. Die sekundären Kalkbildungen sind äusserst spärlich, Stalaktite sind selten und kurz, Stalagmite nur rudimentär und noch seltener, nur unter einigen engen Kaminröhren sind dicke Travertinsäulen und flache terassierte Übergüsse auf der Sohle. Die Luft ist sehr frisch und auf einigen Stellen des oberen Hauptganges herrschte ein wirbelnder, starker Luftzug, welcher wahrscheinlich durch Öffnungen an der Decke verursacht wird; die mangelhafte Beleuchtung durch Fackeln hat uns nicht erlaubt die oberen Teile der hohen Gänge näher zu untersuchen.

Etwa 100 *m* WSW von dem Naturschacht ist eine ovale Vertiefung, in deren Mitte ein Schlot von etwa 3 *m* im Durchmesser sich befindet. Der Schlot ist wenigstens 50 *m* tief, scheint aber mit den anderen Hohlräumen derzeit nicht zu kommunizieren, denn die herabgeworfenen brennenden Strohbündel löschten in einer bestimmten Tiefe plötzlich aus.

Ich habe noch nach Höhlen in der weiteren Umgebung nachgefragt und habe nur über drei Auskunft bekommen; eine, welche auch auf der Karte Jopp's Cave verzeichnet ist, etwa 30 *km* südlich von Camooweal am Georginafluss, und einen Teil der Hochwässser aufnimmt; etwa 20 *km* westlich vom Georgina fliesst fast parallel mit ihm der Happy Creek, welcher von den Quellbächen Kiama, Bustard Creek und Cattle Creek gebildet wird. Am Bustard Creek gibt es auch eine Höhle und in eine andere ca. 10 *km* weiter südlich verschwindet ein Arm des Happy Creek.

Im Territorium der Avon Downs Station (der einzigen schafzüchtenden Station im Nordterritorium) gibt es keine bekannten Höhlen.

Wenn man alle hier aufgezählten Höhlengruppen, wenn auch nur annähernd richtig in die Karte einzeichnet, so reihen sie sich recht auffällig in drei annähernd N-S arrangierte Zonen; die östliche mit den Nowranie Caves und der Ponorengruppe und der Doline an der Telegraphenlinie östlich von Camooweal, die mittlere entlang dem Georginalaufe und die dritte, westliche, am Happy Creek. Es scheint, dass man in diesen Zonen tektonisch schwächere, durch Störungen betroffene Linien sehen darf, vielleicht hat auch die

Unsymmetrie der Flussbette, die schon besprochen wurde, tektonischen Grund.

Von Camooweal gegen Nordosten führt der Weg meist über Gibberplains mit grossen Quarzit und Hornsteinblöcken, zahlreichem Schotter von Jaspis und Achat, mit oft typischen Drei- und Mehrkantern; die Kalksteinbänke ragen nur selten in mehr oder weniger verkarrter Form auf die Oberfläche. Der Scrub ist selten, jedoch auch die üppigen Grasflächen bleiben zurück im Verhältnis zu den spärlich begrasten Schotterflächen. Etwa 13 *km* von Camooweal passiert man an der Bullring Waterhole am Chester Creek, einem Zufluss des Georgina, vorbei. Der Wasservorrat reicht nicht in trockenen Jahren aus und so muss ein nicht weit gegen Osten entfernter subartesischer Bohrbrunnen aushelfen, um die Rinderherden zu tränken. Weiter noch gegen NO passiert der Weg einen anderen jetzt natürlich trockenen Creek, der in einer Waterhole, wahrscheinlich einer Doline, enden soll.

Auf den Ufern des trockenen Bettes des O'Shanassy River sind die dünnplattigen, kieseligen Kalke entblösst, welche sehr wenig Wasser in die Tiefe durchlassen und keine Neigung zur Verkarstung zeigen. Etwa 6 *km* weiter östlich gibt es eine Zone, in welcher sehr leicht verkarstender Kalkstein die Oberfläche bildet, die Karren sind häufig, aber meist nicht tief, eine grosse Anzahl von rudimentären Dolinen ist vorhanden. Gegen Old Morstone werden diese Schichten auf ziemlich grossen Flächen von recht dünner Schicht von Konglomerat bedeckt, welche Gerölle und kantige Stücke sowie Sand durch Kalksinter verkittet enthalten. Es sind das ohne Zweifel sekundäre Bildungen, wie sie im tropischen, subariden Klima auch anderwärts vorkommen.[1]) Weiter östlich wird auch die Matrix der Konglomerate mehr kieselig.

Die schafzüchtende Station Morstone liegt am O'Shanassy River, dessen Bett sich durch einen üppigen Galleriewald auszeichnet. Der Fluss soll erst in den letzten Jahren zeitweise ganz austrocknen, früher soll er immer Wasser geführt

---

[1]) Branner J. C., Aggraded limestone plains of the interior of Bahia and the climatic changes suggested by them. Bulletin of the Geological Society of America. Vgl. 22. pp. 187—206. 1911.

haben; das Wasser wird meist aus den Waterholes und wenig tiefen und auch wenig ausgiebigen Brunnen gewonnen. Die Tiefbohrungen haben keine guten Resultate gegeben, es wurde zwar in mehreren Niveaus Wasser erreicht, aber immer in nicht genügenden Mengen, welche das Aufpumpen nicht lohnen.

Ähnliche Verhältnisse sind auch auf der angrenzenden Beaumont Station. Das Kalkhochland zieht sich ununterbrochen entlang des Weges bis zum Thornton River, aber auf dem rechten Ufer des breiten, derzeit ganz trockenen Flussbettes wechseln schon scharfe Quarzitrücken mit Kalkfelsen und am Seymourfluss befindet man sich schon zwischen den stark gefalteten metamorphisierten Schiefern des alten Gebirgslandes durch welches man dann weiter gegen Norden dem Tale des Police Creek folgend fährt. Das Gebirgsland ist sehr wüst und wasserlos, jedoch sehr stark von Tälern durchzogen, die relative Höhe der höchsten Gipfel ist klein. Das Gebiet ist herrenlos, gehört zu keiner Station und die einzige grosse »Lilly« Waterhole am Police Creek dient nur für die Postpferde und den Campierplatz der zwischen Camooweal und Burketown verkehrenden Transporte.

Das Tal der Police Creek erweitert sich immer mehr, die letzten Ausläufer des Gebirgslandes bleiben zurück und eine ebene waldlose Fläche nur mit spärlichem Gras bewachsen zieht sich bis zum grünen Streifen des Gallerie-waldes, welcher das Bett des Gregory Rivers begleitet. Der Gregory River ist ein perennierender Fluss, welcher zwischen 15—20 *m* hohen Ufern fliesst, ein breites Hochwasserbett mit einigen »Anabranches« und »Billabongs« hat, aber den grössten Teil des Jahres nur einen etwa 10—15 *m* breiten, recht tiefen klaren Wasserstrom bildet. Das ganze Inundationsgebiet ist dicht bewaldet mit halbtropischen Scrub, das eigentliche Strombett ist von oft undurchdringlichem Pandanus-dickicht begleitet.

Von Gregory Downs Hotel habe ich noch eine sechstägige Excursion unternommen, welche mich gegen Westen in das Mineralfeld von Burketown führte, von wo ich in süd-südöstlicher Richtung die Lillydalefurt des Gregory River und die Station Riversleigh erreichte, um dann in der öst-

lichen Richtung zur »Lilly« Waterhole und auf bekanntem Wege nach Gregory Downs Hotel zu gelangen. Dieses Gebiet wird in dem mehrfach citierten Bericht von W. E. Cameron und der Monographie von L. C. Ball mit einiger Ausführlichkeit behandelt, und mehr als einen allgemeinen Überblick konnte ich während der kurzen Durchfahrt auch nicht gewinnen. Von Gregory Downs aus gegen Westen fährt man zuerst durch eine leicht wellige Landschaft, wo der Desertsandstone überwiegt. Erst etwa 40—50 *km* weiter fährt man zwischen kurzen niedrigen Rücken durch, die meist aus alten metamorphisierten Schiefern, Kalken und Quarziten gebildet sind. Die Kalksteine sind verschieden von den Tafellandkalken, sind fast marmorartig und entschieden viel älter. Über dieser alten Serie scheint ein weniger gestörter, stellenweise sehr harter quarzitischer Sandstein zu liegen, welcher dort, wo die Tafellandkalkserie noch erhalten ist, unmittelbar ihre Unterlage bildet. Das sieht man auf verschiedenen Stellen auch weiter südlich bei Riversleigh und am Thornton River und ich glaube, dass in der Beziehung W. E. Cameron recht hat, wenn er diese Sandsteinserie als jünger und tektonisch weniger gestört beschreibt, als das alte zu unterst liegende Schichtenkomplex. Man muss hier eben zweierlei Quarzite und auch zweierlei Kalksteine unterscheiden; die älteren gehören der alten Serie an und bilden nur Zonen oder Linsen innerhalb derselben, die jüngeren liegen auf der alten metam. Serie und zwar diskordant, die Quarzit-Sandsteine noch aufgewölbt und die Kalksteine schon fast horizontal. Diese sind allerdings nur mehr im Westen des Gebietes den Rand des Tafellandes bildend kompakt vorhanden, in dem Burketown Mineralfeld sind sie nur als Témoins, Zeugenberge erhalten, von welchen der Lawn Hill Stationhügel am bekanntesten ist.

Die tektonische Evolution des Gebietes wird von mir wohl im Einklang mit L. C. Ball folgenderweise aufgefasst. Die Sandsteinserie wurde erst gebildet, als schon das alte palaeozoische Gebirge stark abgetragen war, sie hat jedoch die nachklingenden Bewegungen mit durchgemacht. Später jedoch nach der Kreidetransgression, die die Tafellandkalke und auch wenigstens teilweise die Desertsandstone Serie hinter-

lassen hat, ist noch eine neue flache Wölbung von der Art einer Grossfalte entstanden, die mit einer anderen höher aufgebogenen Wölbung des Gebirgslandes von Cloncurry in Verbindung stand. In dem aufgewölbten Gebiete wurde die kretazische Bedeckung bis auf kleine, vielleicht etwas eingesunkene Schollen abgetragen. Die jetzige Grenze des Tafellandes bedeutet auch ungefähr die Grenze dieser Grossantiklinale, da blieben schon die Kreideschichten fast ungestört. Zugleich mit der Aufwölbung der Grossantiklinalen oder später ist auch das Gebiet des Carpentariagolfes gesunken und die Tätigkeit der in denselben fliessenden Ströme ist verjüngt worden. Man kann noch ein jüngeres Stadium der relativen Senkung des Meeresspiegels feststellen, denn die Flüsse sind durchwegs in die alte Alluvialebene tief eingeschnitten und einige von ihnen sind gezwungen noch im Unterlaufe durch einen Wasserfall den Gefällssprung auszugleichen (so Leichhart River). Diese erneute Erosionstätigkeit hat auch den Kampf der einzelnen Flüsse untereinander belebt. Durch das Burketown Mineralfeld zieht von Süden gegen Norden ein altes breites Tal, in welchem es jetzt flache Wasserscheiden gibt. Der nördliche Teil wird durch Louie Creek, einem Zufluss des Lawn Hill Creek entwässert, der südliche durch Little Creek zum Gregory River. Dieses alte Tal, dessen südlichen Teil L. C. Ball Daneš Valley benannt hat, liegt in der Fortsetzung eines ähnlichen Trockentales, welches Verdon Rock südlich des Verdon Creek von dem Tafellande trennt und dieses wieder ist nur eine Verlängerung des O'Shanassy River Tales. Wahrscheinlich ist durch die Gleichgewichtsänderungen der Gregory River begünstigt worden, konnte sein Tal schneller rückwärts vertiefen und hat den O'Shanassy zu seinem Nebenflusse gemacht.

Ich habe schon referiert, wie ich auf ungefähr denselben Stellen wie W. E. Cameron und seine Gewährsmänner sekundäre Fossilien im Kalkstein gefunden habe. Es bleibt mir noch zu bemerken, dass der Gregory River unterhalb der Lillydalefurt viel Travertin und mit Kalk verfestigten Konglomerat abgesetzt hat, dass durch Travertinbarrieren ein Arm des Flusses als Carl Creek abgelenkt wird. Das Bett desselben, wie auch des Hauptflusses ist durch

Travertinbarrieren in einige tiefe Behälter eingeteilt, zwischen welchen das Wasser in Stromschnellen oder Katarakten kommuniziert. Der höchste von den Wasserfällen liegt etwa 4 *km* von der Furt stromabwärts, wo sich der Fluss in zwei mächtigen Strömen und zahlreichen kleinen über die Barriere in einem fast undurchdringlichen Pandanusdickicht hindurchzwingt und von etwa 5 *m* Höhe in eine tiefe, lange, wenig bewegte Wasserrinne herabstürzt. Oberhalb der Furt gibt es auch schon »Rapids« und nahe den Hauptquellen des Karstflusses sind auch welche, über die schon Landsborough berichtet. Es wird also vom Flusse viel Travertin ausgeschieden und auch noch in der Nähe von Gregory Downs werden die Schotter schnell zementiert und Holzstämme inkrustiert.

Hydrographische Verhältnisse des Tafellandes.

Ein grosser Teil des Tafellandes wird nach Westen und Süden zu dem abflusslosen Innern Australiens entwässert. Georgina River mit seinen Zuflüssen gehört zum Einzugsgebiet des grossen Lake Eyre, nordwestlich davon gibt es eine Menge kleiner Wasserläufe, welche die sogenannten Polygonum Swamps speisen, breite, morphologisch ausdrucklose flache Becken, die zeitweise trocken werden. Der Georgina hat ein grösseres Gefälle und verbreitet sein Stromgebiet auf Kosten dieser periodischen Seen. Das ganze abflusslose Gebiet jedoch wird von der nordöstlichen Seite mächtig angegriffen, die zum Golfe von Karpentaria eilenden Gewässer schneiden immer mehr in den Rand des Tafellandes ein und übertragen die Wasserscheide weiter landeinwärts. Fast alle Flüsse, und in ihrem Oberlaufe überhaupt alle, führen nur periodisch Wasser und zwar nur in der Regenzeit, welche oft schon in Dezember anfängt und oft bis April andauert. Die Regenmengen, welche in diesem Gebiete niederfallen, sind ziemlich regelmässig, sie sind nämlich keinen so grossen Schwankungen unterworfen, wie die Regenmengen weiter südöstlich, wo periodisch sehr verheerende lang andauernde Trockenzeiten vorkommen, die durch fast gänzliches Ausbleiben der Regenzeit verursacht werden. Das Tafelland kennt solche verheerende Dürrenperioden nicht und diese

Gunst des Klimas wird von den Viehzüchtern hochgeschätzt und in allen Druckschriften, welche die Aufmerksamkeit der Ansiedler für dieses Gebiet zu gewinnen suchen, gepriesen.

Die mittlere jährliche Regenmenge beträgt in Camooweal etwa 300 *mm*, gegen Süden und Südwesten wird sie wohl kleiner sein, gegen Nordwesten jedoch grösser. Am Roper und Daly River wird sie durchschnittlich fast 1000 *mm* Regen betragen. In der Regenzeit wird die flache Gegend oft einigemale durch anhaltende starke Regengüsse in breite seichte Wasserflächen verändert; die Flüsse und Bäche treten sämtlich aus ihren Betten und überschwemmen weit und breit ihre Umgebung. Die höheren Gibberplains bilden dann Inseln von vorschiedener Grösse und Ausdehnung, auf welchen sich das Vieh und auch die einheimische Säugetierfauna rettet. Kommt jedoch die Überschwemmung plötzlich, passiert es nicht selten, dass die Schafzuchtstationen beträchtliche Verluste durch Ertrinken der überraschten Schafherden erleiden.

Das Wasser fliesst recht langsam in den flachen Flussbetten weg, ein grosser Teil verfällt der Verdunstung und ein Teil dringt in die Klüfte und besonders in die Ponore ein und speist das Grundwasser. Diejenigen Flüsse, welche das ganze Jahr hindurch fliessen, werden von diesem Grundwasser ausgiebig gespeist. Kein landeinwärts fliessender Strom hat das Grundwasser angezapft, nur gegen den Karpentaria golf und weit im Nordwesten gegen die Timor See zu fliessen perennierende Flüsse, die eine Anomalie für ihre Klimazone darstellen.

Schon Landsborough ist der grosse Unterschied zwischen dem immer fliessenden Gregory River, welcher plötzlich aus Quellen entsteht, und dem O'Shanassy River, welcher zwar höhere Hochwasserstände aufweist, sonst aber oft ganz trocken wird, aufgefallen. A. C. Gregory hat die aus dem Kalksteingebiet hervortretenden Quellen richtig für die Spender der dauernden Wassermenge des Victoria River und des Roper River erkannt. W. E. Cameron hat richtig erkannt, dass die grosse Durchlässigkeit des Kalksteinkomplexes die Ursache dieses Phänomens ist, hat schon von den Resultaten der subartesischen Bohrbrunnen gewusst und den

richtigen Schluss gezogen, dass man unter dem Kalktafellande überall in bestimmtem Niveau Wasser erbohren kann.

Man war natürlich in den ökonomischen Kreisen nicht ganz damit zufrieden, dass nur subartesisches Wasser, welches man künstlich mit bedeutenden Kosten auf die Oberfläche pumpen muss, erreicht war, und man hat auch Versuche gemacht, ob es möglich wäre in noch grösserer Tiefe ein anderes Wasserniveau zu erbohren, von wo das Wasser durch eigenen Druck auf die Oberfläche steigen dürfte. So hat man zwar auf dem Gebiete der Station Rocklands in einigen Bohrlöchern in einer Tiefe von 60—80 *m* das subartesische Wasser bekommen, aber man hat doch zwei Bohrungen noch viel tiefer getrieben (Bohrloch No. VI. 190 *m*, Bohrloch No. VII. 250 *m*), natürlich aber kein unter artesischem Druck befindliches Wasser erreicht, da man immer nur im Kalkstein bohrte. Auf der Alexandra Downs Station im Nordterritorium wurde ein Bohrloch sogar 1700 Fuss (über 520 *m*) tief getrieben, immer im Kalk, und das geschah, obgleich man in einer Tiefe von etwa 100 *m* das Grundwasserniveau erreicht hatte. Da sich unter der oberflächlich sehr ähnlichen Downs Country Queenslands das grosse artesische Basin Australiens befindet, hat man mit Bestimmtheit damit gerechnet, dass auch unter der »Downs Country« des Tafellandes sich artesisches Wasser finden wird. Nach einigen misslungenen Versuchen unter dem subartesischen noch ein artesisches Wasserniveau zu finden, hat man sich mit den Resultaten zufrieden gestellt. Auch die Vertreter der Wissenschaft haben dieses Faktum zur Kenntnis genommen, aber nirgends konnte ich eine Erklärung dieser Tatsache vorfinden. Es wäre doch sehr sachgemäss gewesen, die Viehzüchter, welche Geld und Mühe nicht sparen, um einen verlässlichen Wasservorrat zu bekommen, aufzuklären, dass man in dem durchlässigen und durchlüfteten Kalke nicht mit den ausserordentlichen Druckverhältnissen rechnen darf, welche das Steigen des Wassers bis zur Oberfläche verursachen.

Durch zahlreiche Bohrungen ist festgestellt worden, dass sich unter dem ganzen Tafellande, soweit es von Kalkstein gebildet wird (mit Ausnahme nur des östlichen Teiles,

wo wahrscheinlich die undurchlässigen kieseligen und dolomitischen Kalke überwiegen) überall Wasser erbohren lässst, welches nur bis zu einem bestimmten Niveau steigt, oder in demselben erbohrt wird. Nach der Annahme der besten Kenner der Verhältnisse würden die Resultate aller bisherigen Bohrungen ein einheitliches Niveau des Grundwassers ergeben, welches sich wahrscheinlich von Süden gegen Norden langsam senkt. Ein direkter Beweis dafür kann noch nicht erbracht werden, da wir die absolute und relative Höhe der einzelnen Bohrlöcher nur oberflächlich kennen und bei der Anwendung der zur Verfügung stehenden Mittel dieselbe auch nicht in der notwendig annähernden Sicherheit erreichen können.

Mir sind von H. A. Glissan in Rocklands vollständige Data über die auf dieser Viehzuchtstation durchgeführten Bohrungen zur Verfügung gestellt worden, über das andere Gebiet habe ich nur allgemeine Angaben über die Tiefe des unterirdischen Wasserspiegels mündlich und aus der Literatur bekommen können. Auf der Station Rocklands hat man in der Zeit meiner Anwesenheit im Jahre 1910 schon siebzehn funkzionierende subartesischen Brunnen gehabt: No. I. 405 Fuss tief, Wasser wird aus der Tiefe von 312 Fuss gepumpt; No. II. 300 Fuss, gepumpt aus 250 Fuss; No. III. 320—250 Fuss, No. IV. 300—200 Fuss, No. V. 320—270 Fuss, No. VI. 610—280 Fuss, No. VII. 800—185 Fuss, No. VIII. 406—320 Fuss, No. IX. 380—280 Fuss, No. X. 300—260 Fuss, No. XI. 380—260 Fuss, No. XII. 300—260 Fuss, No. XIII. 380—260 Fuss, No. XIV. 380—260 Fuss, No. XV. 360—260 Fuss, No. XVI. 340—280 Fuss, No. XVII. 300—260 Fuss, No. XVIII. noch nicht das Wasserniveau erreicht.

Wenn man auch alle diese Angaben unter einander nicht genau vergleichen kann und nur damit sich zufriedenstellen muss, dass alle darauf hinzeugen, dass es sich um ein einheitliches Grundwasserniveau handelt, kann man doch zwei wenigstens herausgreifen, nämlich Bohrloch No. VII., welches sich etwa 15 *km* südlich von Camooweal am Bette des Georgina River befindet und das Bohrloch No. IV., welches noch etwa 7 *km* weiter gegen SO am Don Creek liegt. Bei beiden diesen Bohrlöchern wird das Wasser aus einer aus-

nahmsweise geringen Tiefe gepumpt. Dieses Faktum zeigt wohl an, dass sich das Grundwasserniveau von Süden gegen Norden senkt, was auch durch Angaben aus anderen Stationen weiter südlich bestätigt wird.

Auf der Station Morstone hat man in der nordwestlichen Ecke in der Nähe des O' Shanassy River zwei Bohrlöcher etwa 300 Fuss tief mit gutem Erfolg gebohrt; weiter östlich und südöstlich sind jedoch alle Versuche subartesisches Wasser zu bekommen fehlgeschlagen; ein Bohrloch wurde bis 500 Fuss tief gebohrt und kein beständiges Wasser ist erreicht worden. Mein Gewährsmann (der Verwalter in Morstone) hat mir mitgeteilt, dass man auch nur durch Kalkstein gebohrt hat; wahrscheinlich überwiegen da in der Nähe des alten Gebirges die mehr undurchlässigen quarzreichen Schichten, oder gibt es sogar auch eine tektonische Störung, welche den Zusammenhang dieses östlichsten Teiles des Tafellandes mit dem einheitlichen Grundwasserniveau abgeschnitten hat.

Es gibt Bohrlöcher mit subartesischem Wasser auf der Flora Downs Station, Lake Nash Station, Herbert Vale, Avon Downs, Alexandra Downs etc., meist wird das Wasser aus der Tiefe von 60—100 *m* gepumpt. Es sei mir erlaubt hier nur eine Stelle aus dem »Report« von dem Forschungsreisenden David Lindsay zu zitieren,[1]) welche sich auf den

---

[1]) Land-Grant Railway across Central Australia. The Northern Territory of the State of South Australia as a field for Enterprise and Capital. S. 80. (D. Lindsay, Report on »The Tableland« 25. July 1898.)

Large supplies of good fresh water have been obtained at varying depths up to 200 feet, and no doubt exists that water can be obtained any where by sinking. It is just possible that artesian water may be found. A trial bore on the Alexandria station, put down to a depth of 1664 feet, failed to strike artesian water, although at 238 feet water was met with, which rose 19 feet and yielded 24.000 gallons per day, the utmost capacity of the pump, without diminishing the flow. By means of windmills the water from wells can be very cheaply raised and pumped into tanks. During the dry season — the winter — strong winds blow regularly, ensuring the satisfactory working of these mills. Owing to the absorption of the immense bodies of water which find their way

Teil des Tafellandes bezieht, welcher sich zwischen der Grenze von Queensland und der transkontinentalen Telegraphenlinie erstreckt.

Auf der Milne River Station wurde eine unerschöpfliche Wassermenge im Kalkstein in einer Tiefe von 40 *m* erbohrt. Nach der Meinung des Besitzers (im Jahre 1885) könnte man in weiter Umgebung aus höchstens 45 *m* Tiefe Wasser erbohren. In Carrandotta und Hedingley etwas weiter gegen Süden hat man Süsswasser in verschiedenen Tiefen zwischen 15—20 *m* erbohrt und jedes Bohrloch hat eine unbegrenzte Wassermenge zur Verfügung. »I take it to be a general un-

---

on the western portion of this tract of country, and the rock formation of the ranges near the telegraph line, artesian water should be found over a considerable area, but here the grasses are not nearly so good as on the eastern portion of the Tableland. Throughout the whole of this area all the surface water is fresh.

Soil. — For the most part the soil is of a rich black or red loam mixed with clay. On the bluebush flats and parts liable to inundation the soil is loose and very porous, and in the dry season full of cracks, through which immense quantities of water flow to the subterranean reservoirs and channels. This is specially noticeable on the western half of the Tableland.

Gleichbedeutend ist auch die Zeugenaussage des Mr. John Costello aus der Lake Nash vor der königlichen Kommissionstation, welcher schrieb (The Northern Territory of South Australia. Papers read before the Royal Geographical Society of Australasia, South Australian Branch. Adelaide 1901. S. 11.): »There is a large area of country from Newcastle Waters and the head of the Roper to the Queensland border at Camooweal. This magnificent belt of country known as the tableland may be said to be the cream of the pastoral land of the Territory. I have the fullest and greatest faith in the future of squatting in it. I have travelled over most sheep raising country in Queensland, and I can safely say that in no part of that Colony have I seen country better adapted for wool growing than this splendid table-land. A permanent supply of water can be obtained in this country at a depth varying from 150 to 250 feet. It would not require an expensive boring plant to put down a 7-inch tubed well that depth. At each such well, 6000 to 8000 head of cattle could be watered. It would be a certain reserve store in case of drought. I thing I might safely say that (with sufficient wells) the stations from Lake Nash to the head of the Mac Arthur would be equal to supporting 10,000.000 sheep.«

derflow of water all through this country and no local soakage« sagt der Gewährsmann, Mr. J. S. LITTLE.[1])

Etwas südlich von Carrandotta (22° s. B.) wäre also das südliche Ende der Tafellandkalke zu suchen. Damit stimmen auch gut die Nachrichten überein, welche W. O. HODGKINSON in seinem Berichte über die Natur dieser Gegend gibt.

Die westlichen und südwestlichen Grenzen sind noch nicht bekannt, da man mit Bohrungen noch nicht weiter westlich von Brunette Downs in grösserem Maasstabe angefangen hat; wie jedoch aus den offiziellen Berichten der Viehzuchtinspektoren hervorleuchtet, liegt es im Interesse der Viehzucht überhaupt und speziell der Erhaltung der Viehtreibewege (Stockroute), dass die Regierung die Iniziative übernehme und in dem Gebiete östlich und westlich der Telegraphenlinie Bohrungen anstelle.[2]) Im nördlichen Teile des Tafellandes ist allerdings das künstlich erbohrte Wasser nicht mehr so notwendig, da man im Stromgebiete der Flüsse Daly und Roper schon eine hohe jährliche Regenmenge bekommt und die Anzahl der perennierenden »Waterholes« und natürlichen Quellen gross ist. Da bleiben eben nur die dauernden, nie versiegenden Quellen, welche auf dem Kalksteinterrain entstehen und die aus denselben ständig genährten perennierenden Flüsse als natürliche Beweise der Unerschöpflichkeit des in dem Kalksteinkomplexe aufgespeicherten Wassermengen.[3])

---

[1]) The land-grant Railway across Central Australia etc. S. 72. (Extracts from three reports to the Government Resident by Mr. J. S. LITTLE.)

[2]) Government Resident's Report on the Northern Territory 1909. Adelaide, 1910, S. 7.

[3]) In diesem Sinne äussert sich sehr klar A. H. GLISSAN in seinem vorzüglichen Briefe an Herrn George Phillips, welchen ich hier in extenso wiedergebe (Report by Mr. George Phillips C. E. upon the Advisability of constructing Railways etc. in the Gulf of Carpentaria. S. 38—9).

Following up my promise to you when here to commit some of my experiences on the question of the Gregory River and our sub-artesian water supply to paper, I will now do so. In a conversation I had with you, you gave me to understand that some of

So wird dieses im Kalksteinkomplexe aufgespeicherte Wasser zu einer unerschöpflichen Quelle des Lebens in dem ganzen riesigen Gebiete, indem es einerseits ständige Flüsse und Quellen schafft, anderseits in Bohrbrunnen das nötige Wasser für die extensive Bewirtschaftung der höher gelegenen Gebiete gibt, welche ohne diesen erreichbaren unterirdischen Wasservorrat zur Bewirtschaftung fast ungeeignet wären. Es kann als ganz sicher gelten, dass man erst nach Jahren diese oekonomische Wichtigkeit dieser Grundwasseraufspeicherung wird voll zu würdigen lernen, bis man eben im Nordterritorium aus den Kinderschuhen der Besiedelungsversuche auswachsen wird.

---

the residents on or about the Gregory River were of opinion that the flow of water down that magnificent stream had to some extent given out. I certainly cannot confirm this, as after twenty-three years living in this part, and seeing the Gregory on many occasions (where I have spent many pleasant days fishing), I cannot think for one moment that the normal supply of water has decreased. I fancy that the idea of the flow having decreased in this way (and no doubt rightly too) has its origin in the fact that the rainfall at the heads of the river in some years is very much heavier than in others, so that the surface drainage is greater and continues longer in some years than in others. Beyond all doubt the Gregory is fed from the enormous supplies of water stored under the surface, and contained in the limestone formation of the Barkly Tableland. I feel sure that if careful measurements were made of the supply of water passing a given point in the Gregory River, in dry or very dry years, that the supply would vary very little if any. Once the surface drainage is exhausted then the subterranean flow would, I feel sure, be very regular. I would here state that I have had put down on Rocklands eighteen sub-artesian bore wells, which have been in use for over fifteen yars, and in no single instance have I had to lengthen my pump casing to reach the water; all have stood at the same levels as when first struck. One pump, the working barrel of which is only 6 feet in the water, has been running with engine-power for weeks and months (double shifts), and has never exhausted the water or necessitated the lowering of the pump. I would here mention that I had one bore tested very severely with large engine and 4¼ inch pump, and the pump run at barely a safe speed, which gave the splendid result of 120,000 gallons in twenty-four hours, and never reduced the supply as far as we could tell. This will show you the enormous supply of splendid water under the surface of the Barkly

Es kann nicht bezweifelt werden, dass es sich hier um einen einheitlichen Grundwasserspiegel in einem sehr grossen und tiefen Karstgebiete handelt. Natürlich ist das Gestein nicht so klüftig, dass man an jeder Stelle das Wasser in der bestimmten Tiefe bekommen müsste, bohrt man jedoch etwas tiefer, bekommt man Wasser, welches dann bis zu einem fast unbeweglichen Niveau steigt. Auch durch Zwischenlagen von den nicht durchlässigen Schichten oder durch sekundäre Zwischenlagen können solche lokale Störungen hervorgebracht sein.

Tableland. You have seen a little of our rolling downs, and I will say that God gave us splendid country, superficially dry, but with, an unlimited supply of the best water beneath our feet.

I was sorry that your time would not permit of my showing you round. I mentioned to you the numbres of caverns and places where water gets beneath the surface. There are several places on the property where the river and other large creeks run into for weeks, some years, and the water is going away into the interior of the ground all the time, the cavern never standing full. At the Nowranie Caves we can go down with ropes for about 240 feet till you come to the standing water, which, so far, though known for years, has never been dry, having been visited on many occasions

I will here mention that there are no doubt, subterranean air passages extending for miles. In some bores the current of air is so strong, when the wind is in a certain direction, that it would blow your hat away if held over the hole. I have seen the Georgina River in very big flood, and 4 feet over the 8-inch bore-hole for ten days, and the hole could not be filled. I went to see how things were at the bore, in my boat; the swirl of water was over the hole all the time. This shows you the enormous intake of water there is, and that there is very little chance of the Gregory River ever failing.

Sehr bezeichnend ist, dass sich das Wasserniveau in den Bohrlöchern so wenig bewegt; bei dem sehr ausgesprochenen Charakter der Regen- und Trockenzeit sollte man etwas ganz anderes erwarten. Dieser Umstand wird wohl durch die riesige Fläche, auf welche sich das Grundwasser verteilt, einigermassen erklärt. Lokal wird wohl das Niveau des Wassers durch den intensiven Einfluss in der Regenzeit stark gehoben und der erhöhte Druck wird wohl auch die Ausflussgeschwindigkeit der Karstflüsse an ihren Quellen steigern, aber während der Trockenzeit sinkt das Wasserniveau nie unter ein bestimmtes Minimum herab.

In dem Karstgebiete des nordaustralischen Tafellandes liegt ein junges, tektonisch sehr wenig gestörtes Karstgebiet vor. Die morphologische Durchforschung desselben ist erst in den Anfängen begriffen. Mit der Ausnahme eines Teiles der östlichen Ausläufer dieses Gebietes, der Umgebung von Camooweal auf Barkly Tableland, dessen Beschreibung in dieser Abhandlung versucht worden ist, haben wir nur einige ältere Nachrichten aus anderen, weit im Norden liegenden Gebieten, welche von der Karstnatur einzelner Landschaften oder Kalkschichtenkomplexe berichten. Diesbezügliche Stellen aus J. E. Tenison Woods[1]), A. C. Gregory[2]) und H. Y, L.

---

[1]) J. E. Tenison Woods, Report on the Geology and Mineralogy of the Territory. The Northern Territory of South Australia. Adelaide 1888. »Next in succession to the granite and the folded and contorted slate strata comes a small outlier of ancient crystalline limestone, which occupies a small area of a few hundred acres at the Eveleen mine. The strata are contorted and even bent and folded info rude circles. Besides presenting the usual appearance of limestone, of fantastic pinnacles etc., this formation has a most peculiar aspect from the nature of the rock.« Eveleen mine liegt nördlich von dem Tafelland nahe des Oberlaufs von Mary River. Tenison Woods vergleicht diesen Kalk mit sehr ähnlichen in Queensland, in der Malayischen Halbinsel, auf Borneo, in China und auf den Philippinen; diese sind devonisch oder unterkarbonisch. Desselben Alters dürfte vielleicht der Kalkstein von Eveleen sein. — Das bezieht sich auf die von Brown—Basedow für ‚praekambrisch gehaltene Serie.

[2]) Journal of the North Australian Exploring Expedition under the commando of Augustus C. Gregory Esq. The Journal of the Royal Geographical Society, Lond. Vol. XXVIII. 1858. S. 82. July 4. 1857. am 15° s. B. in der Nähe des Dry Creek »limestone was frequent and rendered the surface very rough and frequent depressions of the surface appeared to result from the falling in of the roofs of caverns beneath, the existence of which was also indicated by deep clefts and holes in the rock, into which the surface waters flow during the rains.

S. 83. July 10. »limestone apppeared, deep isolated hollows were frequent. In one of these hollows which was 30 yards in diameter and 19 ft. deep there was in the centre a chasm in the rock 15 ft. deep and 3 ft. wide extending to E. and W.

S. 84. July 12. »This sandstone rests on a hard cherty limestone similar to that of the Victoria. In this rock many depressions occur, apparently caused by the falling of the roofs of caverns, as

Brown[1]) seien hier zitiert. Ich bin jedoch überzeugt, dass man speziell Dolinen und Ponore auch auf manchen anderen Stellen wird zerstreut vorfinden können. Was ist die Ursache dieser schwachen Entwickelung der Karstphänomene auf der Oberfläche? Wohl der hauptsächlichste Grund dieser Tatsache ist darin zu suchen, dass das ganze Gebiet von dem Komplexe der Desert Sandstone Series bedeckt war und noch zu grossem Teile bedeckt ist. Die sekundäre Infiltration von Kieselsäure in die darunter liegenden Kalksteinschichten entlang der Klüfte und Schichtflächen hat auch die obersten Bänke des Kalksteines gegen die chemische Korrosion mehr widerstandsfähig gemacht und die natürliche Porosität des Gesteines stark vermindert, so dass nur an begünstigten Stellen die korrosive Tätigkeit der Oberflächenwässer sich entfalten konnte. Wo es allerdings dem zeitweise fliessenden Wasser gelungen ist sich einen Zutritt in die Tiefe zu er-

---

there are usually deep fissures in the rock at the bottom of these hollows, into which the surface water runs during rain. In some places the sandstone resting on the limestone have sunk many feet below the general level, with areas varying from 1—10 acres, sometimes sloping towards a central point of depression 10—30 ft. below the plain, and in other cases they have abrupt rocky banks 3 to 8 feet high, and the bottom perfectly level. The level character of the country is unfavourable for investigations of this nature and the thickness of the strata not easily determined; but the collective thickness of the strata above the limestone may be assumed as less than 100 ft. The porous nature of the limestone precludes the existence of surface water by draining the whole of the upper part of the tableland, while it causes strong springs in the lower ground to the E., where the limestone is exposed on the banks of Elsey Creek and the Roper River.

[1]) Northern Territory of South Australia. North-Western District. Reports on the explorations made by the government geologist and staff during 1905. S. 14. Kalksteinbänke ö. von Mt. Litchfield bis Katherine River (2 Meilen nördl. von Noltenius Billabong und c. 9 Meilen v. Daly River) »beds of a compact blue-grey and yellow sub-crystalline limestone are horizontal .... The exposed surfaces have been eroded in a remarkable manner by the atmosphere, and appear in the form of sharp, confluent, serrated ridges, grading downwards on all sides; the whole giving the effect of a model of mountain chains on a small scale.«

weitern, da ist es ihm bald gelungen sich mechanisch und chemisch einen breiten Ponor und auch Höhlengänge bis zum Grundwasserniveau zu schaffen. Die Hochwässer tragen immer sehr viel Kies und Sand mit und haben eine grosse erosive Kraft. Dieser hauptsächlich erosiven Kraft des wirbelnden Wassers ist es zu verdanken, dass die harten undurchlässigen quarzreichen Zwischenlagen stellenweise durchbrochen worden sind und so die Ausbildung der einzelnen Etagen der Hohlräume zustande gekommen ist.

Wir haben da einen ganz jugendlichen Karst vor uns, jedoch einen bedeckten Karst, dessen oberflächliche Entwickelung nicht nur von den chemisch korrodierenden Kräften, sondern, und das in grossem Masse, auch von den mechanischen Wirkungen abhängig ist. Es gibt nur selten Karren und das nur auf länger schon entblössten Kalkbänken, es gibt sehr selten echte Korrosionsdolinen, dafür gibt es hauptsächlich mechanisch ausgewirbelte Ponore, eingebrochene oder eingestürzte Höhlen. Durch die undurchlässigen Zwischenlagen werden die Verhältnisse stark kompliziert.

Einige Bemerkungen über die Entwickelung der Karstphänomene, über die Karsthydrographie und über den geographischen Zyklus im Karste.

Wie ich schon in dem Vorworte zu dem ersten Hefte meiner Karststudien in den Tropen angedeutet habe, hat mich eine gewisse Unzufriedenheit mit den Resultaten der Karstforschung in den tektonisch stark gestörten Gebirgen Europas dazu getrieben, ausserhalb von Europa unter anderen klimatischen Verhältnissen tektonisch wenig gestörte Karstgebiete zu suchen. Wie es mir gelungen ist, darüber geben die drei Hefte Rechenschaft, in welchen meine Karststudien in den Tropen in extenso enthalten sind. Ich habe da manche neue Formen gesehen und habe meine Ansichten über das Entstehen anderer in einem gewissen Masse ändern müssen. Es wäre überflüssig hier in Einzelnheiten einzugehen und mich mit den verschiedenen Karstforschern und Speleologen auseinanderzusetzen, deren Ansichten ich entweder teile oder gegen die ich mich aussprechen muss.

Besonders im Goenoeng Sewoe und in dem Karsthochlande des Barkly Tableland bin ich von der Menge der auf Einsturz zurückzuführenden Formen überrascht worden. Die reinen Korrosionsformen der Oberfläche, die echten Dolinen treten hier in den Hintergrund. Während man z. B. in dem dinarischen Karste mit einem so grossen Übergewicht der reinen Korrosionsformen rechnen kann, dass z. B. Cvijić und Grund die durch Einsturz entstandenen Formen für Ausnahmen halten und ihnen wenig Aufmerksamkeit zuwenden, kann man diese Einsturzformen in den von mir bereisten wenig gestörten Karstgebieten für typisch erklären. Wohl kann eingewendet werden, dass »Cockpit country« oder »Goenoeng Sewoe« einen sehr fortgeschrittenen Karsttypus vorstellen, dass also vielleicht die zahlreichen Einsturzformen den alten Stadien des geographischen Zyklus im Karste eigen seien. Dagegen kann ich einwenden, dass in einem so jugendlichen Karstgebiete, wie es das nordaustralische Tafelland ist, diese Formen auch ganz überwiegen; dass ich jedoch dieselben in dem einer typischen »Cockpit country« sehr ähnlichen Gebiete nördlich der unteren Narenta und in anderen etwa gleich entwickelten Gebieten des dinarischen Karstes nicht auf eine grössere Anzahl typischer Einsturzformen gekommen bin. Ich bin gezwungen an andere Ursachen eines so häufigen Vorkommens der Einsturzformen zu denken. Wie aus den Beschreibungen anderer auch tektonisch sehr wenig gestörter Karstgebiete hervorgeht, sind da die Einsturzformen auch sehr verbreitet, so z. B. in Florida, in Yucatan, in dem südaustralischen Karstgebiete von Eucla; die in den europäischen Gebieten so zahlreichen Korrosionsdolinen werden fast überhaupt nicht erwähnt. Ich bin sehr geneigt anzunehmen, dass dabei gerade das tektonische Moment eine grosse Rolle spielt. Es kann nämlich angenommen werden, dass die Kalke, welche verhältnismässig mehr Einsturzformen aufweisen, einen viel geringeren Grad von Festigkeit besitzen, als die anderen, welche nicht so leicht einstürzen. Es könnten hier drei Momente ins Gewicht fallen: 1. die Entstehungsart der Kalke könnte sehr verschieden sein, 2. das geologische Alter derselben, oder 3. die Einflüsse, unter welchen das Gestein fester und zäher wird. Das erste Moment können

wir wohl ausscheiden, da wir für die grossen Kalkmassen wohl im grossen annähernd denselben, in Einzelheiten recht verschiedenen Vorgang im Meere annehmen müssen; das zweite kann nicht stark auf die Wage fallen, da wir zwischen den wenig festen ebenso Kreidekalke und ältere tertiäre Kalke vorfinden wie zwischen den festen, welche wenige Einstürze aufweisen; wohl aber kann das dritte Moment in der Hauptsache entscheidend wirken. Es kann nicht geleugnet werden, dass der starke Gebirgsdruck, welcher sich besonders bei den faltenden gebirgsbildenden Prozessen entwickelt hat, die Zähigkeit der demselben unterworfenen Gesteine ausserordentlich steigern musste. Die Masse derselben musste unter dem Drucke viel fester, dichter und schwerer werden, viele lokale Unterschiede der Festigkeit sind ausgeglichen worden, kurz und gut, das der Faltung einmal unterworfene Gestein ist mehr befähigt den Einflüssen der Schwere zu trotzen. Es wäre gewiss sehr interessant diese Annahme auch empirisch im Laboratorium zu bestätigen, es scheint mir jedoch schon die Reihe der angeführten Beispiele überzeugend genug zu sein.

Dieser Unterschied zwischen den gefalteten und den tektonisch wenig gestörten Kalken findet also einen starken Ausdruck in den morphologischen Detailformen. Es gibt aber noch einen anderen Unterschied, nämlich die Anordnung der Karstphänomene ist in den flachliegenden ungefalteten Kalken viel natürlicher, ungezwungener, da es weniger tektonisch praedisponierter Linien und Zonen gibt. Der Einfluss der tektonischen Verhältnisse auf die Entwickelung des Karstphänomens in Faltengebirgen ist gross; er kann natürlich nicht die grundsätzlichen Bedingungen der Karstphänomene und der Karsthydrographie ändern, jedoch die Häufigkeit, die Anordnung, grössere oder kleinere Entwickelungsfähigkeit der einzelnen Karstphänomene in gewissen tektonisch praedisponierten Zonen oder entlang gewisser Linien sind doch auch recht wichtige und interessante Probleme, welche die Fragen nach dem Wesen, der Verbreitung und den Ursachen der einzelnen Phänomene ziemlich stark komplizieren. Selten ist das echte nur durch Erosion zustande gebrachte Chaos in den tektonisch sehr gestörten Gebieten so

regellos wie in den flachliegenden Kalken, immer kann man mehr und weniger bevorzugte Zonen, Gebiete und Linien mit Leichtigkeit schon aus der Karte herausfinden; von einer Karstlandschaft wie sie in Jamaica oder in Goenoeng Sewoe typisch vorkommt, kann man das nicht sagen.

Mit Bezug auf die im Karste wirkenden Kräfte muss ich betonen, dass die mechanische Erosion der ständigen Wasserläufe sowie der Abspülung bei der Bildung der Karstphänomene eine grössere Rolle spielt als gewöhnlich angenommen wird. Nicht nur die Höhlenflüsse sondern auch die Sickerwasser, welche in die Klüfte eindringen und diese ausbreiten und zu Röhren und Schloten umwandeln, bringen sehr viel Geröll und Sand mit, welche wirbelartig mit dem Wasser bewegt starke Evorsionstätigkeit entfalten. Junge wenig durch sekundäre Bildungen entstellte Höhlengänge und Schlote zeigen äusserst häufige und deutliche Formen, die nur durch Evorsion erklärt werden können. Die mechanische Erosion kommt der chemischen besonders dort zu Hilfe, wo es sich um undurchlässige Zwischenlagen, die entweder primär oder sekundär sein können, handelt. Weniger durchlässige oder undurchlässige Zwischenlagen werden auch wohl häufiger vorkommen als bisher angenommen wurde, und durch sie kann man verschiedene Komplikationen des Karstzyklus und der Karsthydrographie erklären.

Ich bin geneigt der mechanischen Wirkung des heftig anprallenden Wassers auch bei der Karrenbildung eine wichtige Rolle zuzuschreiben; für die echten Karrenformen scheinen wirklich die Hochgebirgsgegenden, die aride oder subaride Klimazone und dann der Brandungsbereich an der Seeküste am günstigsten zu sein; fast absoluter Mangel an Vegetation, rasche Abspülung der Zersetzungsprodukte, unbehinderter Anprall grosser Wassermengen sind wohl die hauptsächlichsten Bedingungen zur Entwickelung der echten Karren. Konzentrierte mechanische Kraft der Abspülwasser hat die grösseren Karrenlöcher, Karrenbrunnen und Schlote geschaffen, die chemische Erosion kann man bei solchen Bildungen erst vielleicht als den zweitwichtigsten Faktor betrachten, mit welchem noch die Wirkungen der Schwere und die Einstürze um die Stelle wetteifern.

Bei den echten, korrosiven Dolinen ist wohl die chemische Wirksamkeit des Wassers am reinsten vertreten; sie kommen meistens dort in grosser Zahl vor, wo keine, auch nicht ganz kurze Wasserläufe sich bilden können, wo kein Geröll und wenig Sand vorhanden ist und die mechanische Erosion minimal bleiben muss. Der Anteil der mechanischen Erosion an der morphologischen Ausgestaltung eines Karstgebietes ist sehr wichtig, denn von der Beteiligung der mechanisch wirkenden Kräfte hängt in grossem Masse die Schnelligkeit des Verlaufes des geographischen Zyklus im Karste ab. Je mehr Wasser, welches Gerölle und Sand mitbringt, sich an der Zerstörung der Kalkgebiete beteiligt, ein desto rascheres Tempo nimmt der Verlauf ihres geographischen Zyklus. Wo der Karst bis zur Wasserscheide reicht, wo er keinen Fluss aus undurchlässigem Gesteinsgebiete empfängt, dort werden die echten Korrosionsformen obwalten; je mehr mit Geröll und Sand beladene Wässer in den Karst eintreten, desto wuchtiger wird die zerstörende Arbeit. Zusammenhängende Höhlengänge kommen gerade in solchen Gebieten in grosser Anzahl und Länge vor, wo Flüsse aus undurchlässigen Gesteinsgebieten in den Karst eindringen. Dort ist auch der Entwickelungsgang der Höhlen am schnellsten, das Niveau wird rasch tiefer verlegt und Höhlensysteme mit einigen Etagen kommen vor.

Nach A. Grund und A. Penck wären die echten Poljen Senkungsfelder, die nur wegen ihrer eigentümlichen hydrographischen Verhältnisse als Karstphänomene aufgefasst werden können. Gegen diese enge Auffassung der Poljen habe ich schon vor zehn Jahren begründete Einwände vorgetragen,[1] welche wenigstens teilweise von A. Grund[2] anerkannt worden sind; seitdem ich Jamaica gesehen habe, kann ich mit noch grösserer Berechtigung gegen eine so enge Definition der Poljen protestieren. Gerade in Jamaica kann man die Entwickelung der Poljen an einigen Beispielen sehr in-

---

[1]) Ein Beitrag zur Kenntnis des Karstphänomens. Földrajzi Közlemények. Bd. XXXIV. H. VIII.

[2]) Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Leipzig-Berlin. 1910. S. 226.

struktiv beobachten, bei welchen eine rein tektonische Ursache vollkommen ausgeschlossen ist. Ich habe schon in dem unteren Narentagebiete der mechanischen Abtragung einen grossen und wichtigen Anteil bei der Bildung der Poljen zugeschrieben und kann diese Auffassung nach den Erfahrungen aus Jamaica nur bestätigen. Im Narentagebiete hat es sich allerdings in erster Linie meist um Ausräumung der undurchlässigen Schichten im Poljengebiete selbst gehandelt, in Jamaica um den Anteil, welchen die mit Geröll und Sand stark ausgestatteten Flüsse, welche aus dem undurchlässigen Terrain kommen, an der Bildung der Poljen haben. Wo eine grössere Beteiligung mechanischer Erosion ausgeschlossen ist, fehlen auch die Poljen. Ich kann jedoch bei bestem Willen keinen begründeten Unterschied zwischen den Poljen des Dinarischen Gebietes und denen Jamaicas finden, es sind einander sehr ähnliche Wannen, welche sich weder mit Bezug auf ihre horizontalen oder vertikalen Dimensionen trennen lassen, noch andere Eigenschaften aufweisen, durch welche eine solche Trennung berechtigt wäre. Die aufgeschlossenen oder offenen, oberflächlich entwässerten Becken, die früher Karstpoljen waren, sind zwar keine echte Poljen mehr, da ihnen eine wichtige Eigenschaft, nämlich die hydrographische Abgeschlossenheit fehlt, aber sie sind nur ein späteres Stadium im geographischen Zyklus eines Karstphänomens, ebenso wie die Kañons im Karste als ein spätes Stadium in der Entwickelung der Höhlen aufgefasst werden können. Und meistens sind es Kañons, welche durch fortgesetzten Einbruch der Höhlendecken über dem ursprünglich unterirdischen Wasserlaufe entstanden sind, die die früher geschlossene Umrandung eines solchen aufgeschlossenen Poljes durchbrechen.

Bezüglich der Karsthydrographie habe ich auch meine im Jahre 1905 entwickelten Ansichten richtig gefunden und habe Gelegenheit gehabt sie an vielen Beispielen zu prüfen. Ich habe damals die verschiedenen Formen der unterirdischen Hydrographie im Karste als Stadia eines geographischen Zyklus aufgefasst und so tue ich es heute noch. In jungen Karstgebieten ist das herrschende hydrographische Element das Grundwasser, später erst entwickeln sich unter-

irdische Flüsse. Je grösser und tiefer das Karstgebiet, je kleiner die Wirkung der tektonischen Störungen und der mechanischen Erosion, desto länger kann der ursprüngliche Zustand dauern, desto langsamer entwickeln sich zusammenhängende Höhlensysteme. In kleinen Karstgebieten, welche oberirdischen Wasserläufen im Wege stehen, geht die Entwickelung schnell vor sich; eine Tunnelhöhle von einigen Hundert Metern Länge wird von einem Fluss in verhältnismässig sehr kurzer Zeit auserodiert. Besonders gilt das für kleine band- oder linsenartige seichte Karstgebiete, deren hydrographische Verhältnisse sich äusserst einfach und klar entwickeln. Ich kann es nicht verstehen, wie F. Katzer gerade nur für solche Gebiete dem Grundwasser eine grössere Bedeutung zuerkennt — nach meiner Ansicht könnte es sich nur um einen speziellen Zufall, nämlich ein seichtes Karstgebiet, welches eine synklinale Mulde ausfüllt, handeln.

In dem grossen Tafellandgebiete Nordaustraliens, dessen nur einen kleinen Teil allerdings ich persönlich untersuchen konnte, sehe ich ein gutes Beispiel eines morphologisch sehr jungen tiefen Karstes, in welchem das einheitliche Grundwasserniveau existiert und durch zahlreiche Bohrungen bewiesen worden ist. In dem Gebiete ist ein mehr oder weniger geschlossenes Karstgerinnesystem ganz ausgeschlossen, vielmehr sind alle Klüfte bis zu einem gewissen Niveau mit Wasser ausgefüllt und dieses Niveau senkt sich als Ganzes sanft gegen Norden. Es kann nur eine Frage diesen bewiesenen Tatbestand komplizieren; kann es über diesem Grundwasserniveau noch einen oder mehrere Höhlenflüsse geben, welche vielleicht auch am Rande des Karstgebietes selbständig und höher, als die dem Grundwasser entfliessenden Quellen auf das Licht treten? Das scheint mir der punctus saliens der so scharf geführten Diskussion Grund-Katzer u. anderer zu sein und ich denke, dass die Lösung dieses Problems sehr einfach ist. Wenn es in dem Kalkschichtenkomplexe, welches das Karstgebiet bildet, eine oder mehrere weniger durchlässige Zwischenlagen gibt, so kann eine solche Situation entstehen und es können sich selbständige Karstgerinne auch hoch über dem Niveau des Grundwassers oder der

tieferen Etage der Karstgerinne erhalten. Ob sie allerdings ganz selbständig sind, ob ihr Wasser wenigstens teilweise nicht zu dem tiefer gelegenen Niveau abfliesst oder durchsickert, kann man ohne eine sehr genaue Detailuntersuchung eines jeden speciellen Falles nicht sagen. Ich halte also solche Verhältnisse, wie sie KATZER in seinem Profile zeichnet und auch erklärt, für ganz möglich, jedoch keineswegs für allgemein. Wo immer solche Verhältnisse existieren, sind sie nur als Ausnahmen, als Komplikationen aufzufassen, die durch die ungleiche Beschaffenheit der verschiedenen Lagen im Kalkschichtenkomplexe verursacht worden sind. Dasselbe ungefähr gilt auch von der von SAWICKI[1]) angenommenen sekundären Verschmierung, die sowohl gleich unter der Oberfläche wie auch auf der Sohle einer Höhlenetage vorkommen kann. SAWICKI hat gewiss ganz richtig beobachtet, hat jedoch aus seinen Beobachtungen die so modernen verallgemeinernden Schlüsse gezogen, welche gewissermassen übertrieben sind. Wenn sich also GRUND gegen diese Schlussfolgerungen SAWICKI's wendet, kämpft er eigentlich auch selbst gegen seine eigene Methode, gegen die unberechtigte Generalisation, welche gerade in der Entwickelung unserer Kenntnisse von dem Karste so unnütze Schwierigkeiten verursacht hat. Wenn sich SAWICKI vorstellt, dass die Oberfläche eines Karstgebietes so gründlich verschmiert sein könnte, dass es überhaupt keine Kommunikation mehr zwischen Grundwasser im Karste und dem auf der Oberfläche abfliessenden Wasser gäbe, da nimmt er nur den extremsten Fall an, welcher nur eben theoretisch möglich ist, in der Wirklichkeit jedoch gewiss nie und nirgends vorkommt. Dass jedoch die Verschmierung ein sehr wichtiger Faktor sein kann und, dass sie wirklich die Existenz einer grossen Anzahl kleiner hydrographisch ganz selbständiger Einzugsgebiete auf der Oberfläche eines echten Karstgebietes hervorrufen kann, dafür gibt auch

---

[1]) Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. Geographische Zeitschrift. Bd. XV. S. 185 u. f.

[2]) Der geographische Zyklus im Karst. Zeitschrift f. Ges. f. Erdkunde. Berlin 1914. S. 627.

das »Goenoeng Sewoe« Gebiet mit seinen zahlreichen Telagas ein vorzügliches Beispiel.

Bei den bisherigen Betrachtungen über die Karstphänomene und besonders über die Karsthydrographie ist man immer von der Annahme ausgegangen, man habe in einem Karstgebiete ein Kalkschichtenkomplex vor sich, wo alle Schichten etwa gleich »rein«, gleich löslich, gleich klüftig, gleich durchlässig seien. Man hat einen idealen Fall konstruiert, hat alle Beobachtungen auf einen solchen idealen Zustand bezogen und daraus dann allgemeine Schlüsse gezogen, ohne sich darum zu kümmern, ob überhaupt und wo in der Wirklichkeit solche ideale Zustände vorhanden sind. Gerade über die chemische Beschaffenheit und über das Verhältnis der chemischen Zusammensetzung zu der Löslichkeit des Kalksteins müssen wir uns noch immer mit nur sehr allgemeinen Angaben begnügen, und bei den Karststudien hat man noch sehr wenig Beachtung den Unterschieden gewidmet, welche sich unter den einzelnen Bänken oder Lagen des Kalksteins zeigen können und die doch manchmal für die Entwickelung des Höhlenphänomens und für die Hydrographie des betreffenden Gebietes eine sehr wichtige Rolle haben können. Je mehr man solchen Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung, in der Löslichkeit und Durchlässigkeit der einzelnen Gesteinslagen Aufmerksamkeit schenken wird, desto mehr Komplikationen und Abweichungen von dem idealen Fall wird man finden und desto komplizierter wird uns die Wirklichkeit der Karsthydrographie erscheinen. Jedes Karstgebiet zeigt gewiss grosse Abweichungen von den theoretisch postulierten Verhältnissen. Die Wirklichkeit ist eben selten so einfach, wie sie nach einer allgemein konzipierten Theorie, wie es die GRUND'sche Karstwassertheorie ist, sein sollte.

In seinem leider letzten Aufsatze »der geographische Zyklus im Karst« hat ALFRED GRUND die von mir beschriebenen »Cockpit country« als die reifen und alten Stadia des geographischen Zyklus einer Karstlandschaft betrachtet und diese seine Auffassung sehr anschaulich dargelegt. Ich kann ihm durchaus nur zustimmen, da ich mir von Anfang an dessen bewusst war, dass solche Formen, wie sie in einer

Cockpit Country vorkommen, nur eine in ihrer morphologischen Entwickelung schon recht fortgeschrittene Landschaft charakterisieren können, ich kann jedoch nicht umhin noch einmal zu sagen, dass eine echte regellose »Cockpit country« doch nur in den wenig tektonisch gestörten Gebieten zu finden sei und, dass die von mir und von A. Grund selbst angeführten Beispiele aus dem Dinarischen Karstgebiete sich eben darum recht bedeutend von den im ersten und zweiten Hefte dieser Studien untersuchten Typen unterscheiden.

Inhalt.

Abbildungen.

---

vibrionů in vivo na sklíčku zahřátém na 34—37°, že po vyčerpání potravy rozpadávaly se z vibrionů vyrostlé spirilly a dlouhá vlákna v kokkovité útvary světlolomné, které jsou nepohyblivé a nemnoží se dělením, nýbrž mohou vyklíčiti v nové tyčinky. V pozdějších stadiích rozpadávala se celá individua v průběhu celého vlákna v tyto útvary, které pokládá za »arthrospóry — Gliedersporen«. Pod 22° C nenašel tvorbu těchto »spor«. Jest vidno, že za spóry pokládal sporoidní tělesa. Tento názor během doby ovšem padl; již r. 1888 poukázali KITASATO a VAN ERMENGEM [2]) na to, že jedná se o sterilní formy involuční. A přece ještě pozdější autoři přikládali jim význam orgánů fruktifikačních. Tak FERRÁN (52) pokládá tyto abnormální útvary cholerových vibrionů u bacilla anthracis nikoliv za formy involuční, nýbrž »... als wegen Mangels an geeigneten Entwicklungsbedingungen fehlschlagene Evolutionsbestrebungen« [3]) a v práci pozdější z r. 1895 za fruktifikační orgány a podobně i jiní. ALMQUIST (4) ještě r. 1904 považuje tato tělesa (útvary) u vibrionů cholerových a tyfu za »konidie«, ač schází útvarům těm základní vlastnosti spor — resistence — hlavně vůči teplotám vyšším, ničícím vegetativní formy, jak nade vši pochybnost bylo dokázáno o útvarech ALMQUISTEM a jinými za spóry pokládaných.

Totéž platí o tělesech a útvarech již dávno zjištěných u bacilla sněti slezinné. Tak popisují HOCHSTETTER a HEIM v teratologicky změněných individuích kultur tohoto bacilla útvary podobné spórám nestejné velikosti, které ležely ve vláknech abnormně hustě za sebou a pokládají je dle pokusů na jich resistenci za »Sporen verminderter Resistenz«. LEHMANN popisuje malá, kulatá a lesklá tělíska, vzniklá v individuích asporogenní kultury tohoto bacillu na bramboru; tato jsou velice podobná spórám, biologicky se však liší od nich hlavně resistencí vůči vyšším teplotám (hynou dvouhodinovým zahřátím na 60°). Nazývá je »mikrospórami« a považuje je za útvary morfologi-

²) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 3. 1888.
³) Cit. Ctlblt. f. Bakt. etc. Bd. VI. 1889 p. 48—49.

čky stejné se spórami, které však úplně nedozrály; LEWIN navrhuje pro ně název »pseudospóry«.

V ostré, avšak objektivní a doložené kritice opírá se ALI COHEN názorům různých autorů, hlavně BIRCH-HIRSCHFELDA (18), CHANTEMESSE et WIDALA a jiných, kteří pokládají GAFFKY'm popsaná a za spóry prohlašovaná světlolomná tělíska u Bakteria typhi rovněž za spóry. Rovněž za spóry považuje je STERNBERG (181) a jiní.

O různých těch inklusích v těle bakterií existuje spousta prací. Většina (hlavně starších) omezuje se na čistě morfologické vyšetřování těchto inklusí pomocí barvících method, kdežto práce pozdější (novější) spíše již obírají se stránkou chemickou. Jak jsem již dříve uvedl, byla různá zrnéčka v těle bakterií pokládána za »spóry«. Dle zvláštních vlastností barvitelnosti byla zvána »tělísky metachromatickými« [BABES (8)], a tato často uváděna v souvislost s pochody tvorby spór jako »tělesa sporogenní« [ERNST (49)], jinde pokládána za jádra (NAKANISHI 137, ERNST 49b), za nositele druhu a dědičných vlastností (MARX & WOITHE[4]). FEDOROWITSCH[5]) již rozeznává 3 druhy granulí a to: 1. již v mladých kulturách přicházející zrna snad typu jader, 2. jádra typu spor, která však se dají snadno odbarviti a 3. zrnéčka identická se zrny BABES-ERNSTOVÝMI, která vynikají resistencí, jsou protospórami a mohou přecházeti i ve spóry. BUNGE (25) nalezl u spórotvorných bakterií tělesa, lišící se od BABES-ERNSTOVÝCH metachromatických těles hlavně resistencí vůči zahřátí barviva do varu, která v pozdějších stadiích mohou konfluovati ve větší útvary a vytvářeti spóry. Barvením zahřátou karbolovou methylovou modří nalezl KROMPECHER[6]) jiná zrna, barvící se metachromaticky intensivně červeně; tato tělesa nalezl i v involučních formách u anthraxu spolu s BABES-ERNSTOVÝMI tělísky. Tělíska tato po jednom i více vždy ležela v jakési vakuole. Dle nomenklatury RŮŽIČKOVY odpovídá BUNGEHO tělísko ekto-,

---

[4]) MARX & WOITHE — Ctlblt. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 28. 1900, p. 1.

[5]) FEDOROWITSCH — Ctlblt. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 30 1901, p. 385.

[6]) KROMPECHER — Ctlblt. f. Bakt. Abt. II. Bd. 8. 1902, p. 481.

KROMPECHEROVO e n t o-g r a n u l u.[7]) MÜHLSCHLEGEL (135) nalezl při barvení do varu tělíska (asi BUNGEHO), která byla velice resistentní a jevila spórový charakter. Vznikají prý »durch Verdichtung des Plasmas« a pokud se nachází v blízkosti základu spórového, spotřebují se při tvorbě spóry, jinak přetrvávají a po uvolnění spóry rovněž se uvolňují.

(Patrně jednalo se v tomto případě o sporoidní tělesa.) Proti spórové povaze mluví neschopnost vyklíčení. FISCHER (Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien, Jena 1897) pokládá viditelná a silně se barvící zrnéčka v bakteriích za »l á t k y r e s e r v n í«.

DIETRICH & LIEBERMEISTER (39)[8]) považují zrnéčka v bakteriích barvící se naftolovou modří (α-naphtol + dimethylparaphenylendiamin) za nukleinová tělíska přenášející kyslík (»Sauerstoffüberträger«), o nichž později MEYER A. a GRIMME dokázali, že jsou povahy tukovité. MEYER A. (126) a jeho žák GRIMME (68) první rozlišují mikrochemicky různé druhy granulí v těle bakterií; důležitá jsou jich t. zv. »z r n a v o l u t i n o v á«, jichž mikrochemické reakce jsem uvedl na tabulce v I. dílu a která shodují se s BABES-ERNSTOVÝMI tělísky a rovněž s tělesy, jež popsal GUILLIERMOND (71) pode jménem »*corpuscules métachromatiques*«, označiv je jako látky reservní. Rovněž za látku reservní je pokládají MEYER & GRIMME. Kromě těchto »v o l u t i n o v ý c h z r n« popisují posléze jmenovaní autoři v bakteriích t u k o v á t ě l í s k a, g l y k o g e n. Zrnéčka analogických mikrochemických reakcí jako zrna volutinová popsal též LUSKA (113) u *Micrococcus ochraceus* a přivádí jich objevování v úzkou souvislost s výživou uhlohydrátovou,[9]) a experimentálně dokazuje, že jsou produkty výměny látkové. Jedna z hlavních vlastností volutinu schází však těmto zrnéčkům (která, stejným právem jako

[7]) Podotýkám, že barvením na KROMPECHEROVA tělíska se mi podařilo vždy u většiny sporoidních těles tato zrníčka uvnitř popsané vakuoly (u mne ve sporoidním tělese) konstatovati, což zřejmě nasvědčuje vztahům mezi tělesy sporoidními a BUNGE-KROMPECHEROVÝMI.

[8]) Viz reakce těchto autorů na mé tabulce v I. dílu.

[9]) RAUM (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 10. 1891. p. 1) nalezl též zmnožení těchto zrn u kvasnic na dextrosovém agaru nebo gelatině.

MEYER, nazývá »o c h r a c e ï n e m«), totiž rozpustnost při 80°; zajímavý je fakt konstatovaný LUSKOU, že reakce mikrochemické při barvení regressivním [10]) (methylenová modř + 1% H_2SO_4) dopadly různě dle vývojového stupně zrnéček (v první době tvorby se odbarvovala, později se stávala acidoresistentní, aby v posledním stadiu vývoje opět tuto acidoresistenci ztrácela). Tento fakt konstatoval jsem i já při mých »tělesech sporoidních« (viz I. díl této práce).

Na základě pečlivého srovnání vývojového cyklu a mikrochemických reakcí mých těles sporoidních s jinými tělesy, popsanými a mikrochemicky vyšetřovanými u různých bakterií a různých autorů (viz srovnávací tabulku v I. dílu práce), musím konstatovati následující:

Již RŮŽIČKA poukázal na fakt, že existuje veliká proměnlivost v tvoření zrnéček a to nejenom u různých druhů, nýbrž i u jednoho a téhož druhu individua. Spatřuje v různých oněch metamorfosách výraz funktionelních stavů bakterielního protoplasmatu. Různá stadia vývojová u týchž zrn konstatoval i LUSKA (viz výše), při regressivním barvení. Z pozorování mých pak vychází různost ta úplně zřejmě. Přesvědčil jsem se, že c h e m i c k á s k l a d b a z r n é č e k j e p ř í m o z á v i s l o u n a d o b ě v ý v o j e a n a c h e m i c k é p o d s t a t ě v ý ž i v n ý c h l á t e k v s u b s t r á t u. První stadia vývojová zrn na substrátě bohatém na uhlohydráty (v mém případě na glukosu, nebo mannit, glycerin a pod.) odpovídají 1. zrnům popsaným MEYEREM pod názvem volutinu. V dalším stadiu intensivní uhlohydrátové přeměny látkové impraegnují se tato zrna látkami propůjčujícími těmto zrnům značnou acidoresistenci (lépe snad řečeno, pozměňují se chemicky v hmotu acidoresistentní); v tomto stadiu 2. odpovídají tato zrna asi zrnům popsaným pod různými názvy — metachromatická zrnéčka — BABES-ERNST, GUILLIERMOND, ochraceïn — LUSKA a j.; další stadium 3. odpovídá již zrnům BUNGE-KROMPECHEROVÝM, DIETRICH-LIEBERMEISTEROVÝM a

---

[10]) Různé zbarvení při použití stejné methody jistě poukazuje na chemickou různost zbarveného substrátu a lze tedy i při barvení mluviti s určitou výhradou o jakési mikrochemické reakci.

Preiszovým »säurefeste Körper«, která již odpovídají tělesům popsaným Růžičkou (162b) jako »tělesa sporoidní«. Tato tělesa znamenají konečnou hranici vývoje; 4. isolovaná a rozpadlá tělesa značí již úplnou degeneraci, jak vidno již z poměrů barvitelnosti (Růžička, 162b. a já).

Jak z řečeného vidno, byla různá vývojová stadia jednoho a téhož druhu granulí pojímána jako úplně různé druhy zrnéček (ovšem vylučuji při tom úplně pravá zrna tuková, glykogen a granulosu, která do vývojového cyklu mých těles nepatří a jsou útvary úplně odlišnými). Proto také i otázka jich významu byla různě chápána.

Jak z literatury plyne a z mých pokusů zřejmě vychází, mohou míti tato zrna v různých stadiích vývoje úplně různý význam. Vezmeme-li v úvahu srovnávací práci Sumbalovu (187), který tvrdí, že mezi Meyerovým volutinem, pravým jaderním chromatinem a chemicky vyrobeným nukleinem nestává podstatných rozdílů (což vyslovil již dříve Růžička a též Luska), nebo práci Reichenowu[11]) a Kemnitzovu,[12]) kteří pokládají volutin vývojově za předchůdce chromatinu — prochromatin, tu vidíme, že zrna tato mohou míti v nejrůznějších vývojových stadiích nejrůznější význam — od tvoření přepážkotvorných zrnéček a přepážek při dělení bacilla až do vytvoření spor a zániku individua. Skutečně také za zrna sporotvorná (»sporogenní tělesa«) byla častěji popsána (Ernst, Bunge, Mühlschlegel, Preisz a j.); z mých pokusů rovněž vysvítá, že v určitém stadiu vývoje mohou se súčastniti na stavbě spór. Největší význam přísluší těmto zrnům v určitých stadiích vývoje jako hmotě reservní (Guilliermond, Meyer, Preisz).

Kromě zrnéček určených ku stavbě přepážky při dělení, objevují se již záhy (hlavně při příznivé výživě) četná zrnéčka v těle, která súčastní se tvorby spóry. Většinu těchto zrn musíme považovati za látky reservní, které organismus v těle ukládá pro případ nouze a pro tvorbu spór, a kterých skutečně v případě potřeby využije. Při abundantní výživě (v našem případě uhlohydrátové) ukládá organismus reservních

---

[11]) Arb. a. d. Kais. Ges. Amte Bd. *33;* 1909.
[12]) Arch. f. Zellf. 1912. p. 571.

látek v těle více — počet zrn se zvětší, rovněž tak i jich dimense. V abnormálních stavech (za které nutno považovati nadbytek — vysoké procento — cukru při nedostatečném množství bílkovin) jest i ukládání látek reservních abnormální, avšak nejen co do quantity, nýbrž i co do quality. Můžeme si představiti, že organismus v našem případě v absolutním téměř nedostatku jiných živin — hlavně dusíkatých[13]) — snaží se svůj »h l a d p o d u s í k u« ukojiti jiným způsobem; tuto kompensaci provádí v tomto extremním případě chorobně zvýšenou assimilací uhlohydrátů. Jakým způsobem děje se tato assimilace, nevíme, pouze konstatujeme v našem případě tvorbu ohromných těles charakteru — jak z mikrochemického vyšetřování (viz I. díl) vyplývá — tukovitého. Že z uhlohydrátů může organismus tvořiti tuky, je věcí známou.[14])

Pathologické ukládání reservních látek v těle organismu bakterielního je popsáno na př. u *Bacillus amylobacter*, který dle nálezů Grassberger a Schattenfrohových jeví dle živin dimorfní charakter v tom smyslu, že na bílkovinách tvoří obyčejnou hnilobnou formu, při pěstování na cukernatých substrátech pak ukládá ve svém těle ohromné množství granulosy; pathologičnost tohoto zjevu trefně vystihují tito badatelé označením těchto bacillů jako »zuckerkrank«.

Proč ukládají tyto bakterie v těle právě granulosu, a ne látky stejné, jako jsou moje sporoidní tělesa u mého bacillu, nevím; tolik však jest jisto, že reservní látky ukládané v těle různých bakterií p ř i t é ž e v ý ž i v ě jsou aspoň částečně různé quality, právě tak jako u různých zvířat při stejné výživě se v těle ukládá zcela různý tuk. Jakost assimillace jest tedy individuální, byť i ku př. v našem případě sporoidní tělesa moje i od jiných autorů popsaná podstatně byla stejná.

V pathologii těla zvířecího i lidského znám jest též analogický případ pathologického ukládání tuku v orgánech těla,

[13]) V našem případě byl odkázán pouze na stopy N obsažené v agaru.

[14]) Lyons (114) na př. konstatoval analyticky, že při přibývání glukosy ve výživné půdě nastává úbytek bakterielní bílkoviny, kdežto rapidně přibývají látky, které se dají extrahovati alkoholem a aetherem.

a mluvíme tu o tukové degeneraci, a nesmí nás proto nijak zarážeti, že tento výraz přenesl se i do literatury o inklusích těla bakterielního (na př. Moeller 132). Direktně za tuky považuje tato tělesa též Eisenberg (46), Selter (170), Grimme (68). Selter rovněž uvádí je v souvislost s uhlohydrátovou výživou (glukosa a hlavně glycerin), podobně i Neide,[15]) Kolkwitz (98) pozoroval je u alinitového mikroba na bramborech. Na glycerinové půdě pozoroval jich tvorbu Růžička (162b) u bac. anthracis, jenž nazval je pro jich zdánlivou podobu se spórami »tělesy sporoidními«. Výklad aetiologie těchto těles však je u Růžičky jiný; soudíť tento badatel, že jedná se zde o případ analogický t. zv. depressním stavům některých protistů, kde následkem překrmení nastává porušení jádroplasmové relace, vedoucí k degeneraci a konečně k odumření. U bakterií prý rovněž dochází v podobných případech k porušení relace látky spórové a těla bakterielního a končící rovněž odumřením.

Růžička pokládá hmotu těles sporoidních za achromatin (linin), hmotu stejnou s hmotou spórovou. Když uvážíme, že hmota spórová obsahuje kromě jiných látek ve svém těle zhuštěných také tuky (viz I. díl str. 9), a že moje mikrochemické reakce hmoty sporoidních těles poukazují na hmotu blížící se chemicky tukům, tu možno uvésti názor můj o sporoidních tělesech, jako abnormálně změněných tělesech reservních, s názorem Růžičkovým v soulad.

O názorech pokládajících tělesa sporoidní za vakuoly nebudu se ani zmiňovati; o »vakuolární degeneraci« možno mluviti pouze v případu Braemově (20), kde bakterie chovány byly v destillované vodě a pod.

Tím zajímavější, ale zároveň nevysvětlitelny jsou názory autorů, prohlašující pravá sporoidní tělesa za spóry, konidie, sporangia a pod. Do kategorie té náleží i Meyer (126b), který skutečná sporoidní tělesa u *Bac. cohaerens* na glukosovém agaru pokládá za »chlamydospory«, ač jim schází schopnost klíčení a dalšího života. Stejně nesprávným je z té-

---

[15]) Neide — Botanische Beschreibung einiger sporenbildender Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. Abt. II. 1904.)

hož důvodu i názor GAMALEIŮV (60c), který rovněž tyto útvary považuje za homologon konidií a sporangií.

Za pravá sporoidní tělesa nutno považovati též tělesa v »b a k t e r o i d e c h«, a rovněž granulace u vyšších mikrobů (tuberkulosy, difterie a ozhřivky), o čemž ještě pojednám.

Bakteroidy.

Ohledně vnitřní struktury chovají se zvláštní vzrůstové formy organismů kořenových nádorků Papillionaceí zcela analogicky teratologickým formám vzniklým za zvláštních podmínek u ostatních bakterií.

Zvláštní silně světlolomné kulovité útvary v bakteroidech starších nádorků, pozorované již v nezbarveném praeparátu ve vodě, mimoděk vnucovaly mi domněnku, že jedná se o tělesa ne-li totožná, tož aspoň morfologicky příbuzná s tělesy popsanými v teratologických formách vzrůstových u jiných bakterií. Skutečně také i tinkcí i mikrochemickými reakcemi zjistil jsem jich identitu. Objektem mého pozorování byl mikrob kořenových nádorků bobu koňského (Vicia faba); nádorky vyšetřovány ve všech stadiích vývoje od makroskopicky znatelného vytvoření až do jich vyprázdnění (»Entleerung«). Vnitřek nádorku byl za bakteriologických kautel (omytí proudem vodním, pak sublimátem a sterilní vodou, po př. i opálením) ostrým skalpellem vyjmut a vyšetřován.

a) Na nezbarveném praeparátě v kapce fysiologického roztoku jevily bakterie následující změny: Bakterie mladších stadií podoby dosti neforemných tyčinek jeví vzezření celkem homogenní, přecházející u poněkud starších individuí v jemně granulovanou strukturu, která je u forem zřetelně již rozvětvených zcela patrně vyvinuta. V starších hlízkách jeví však bakteroidy již znatelnou differenciaci v tělo a silně světlo lámající inkluse podoby kulovité, nestejné velikosti a v různém počtu; u některých bakteroidů nalezneme pouze jedno těleso, u jiných 2 i více. Zajímavo jest, že u ramifikovaných forem tělesa uložena jsou obyčejně v pólech, jak base individua, tak i větví a též obyčejně i pod bodem větvení. V úplně dospělých bakteroidech jeví se tyto úplně přeplněny těmito tělesy. V nádorcích se vyprazdňujících (což patrno již ma-

kroskopicky tím, že obsah nádorku promění se v kašovitou hmotu na rozdíl od dosti pevné konsistence obsahu mladších nádorků a již i barvou nádorku, která se změní z hnědavé do zelenošedé), nalezneme již velice málo bakteroidů a tu a tam velice spoře nějakou normální tyčinku; v ostatní masse najdeme spoustu tělísek kulovitých, hranatých a různě jinak utvářených, různé velikosti a dosti silně světlo lámajících, jež snadno lze zaměniti s detritem.

b) Na praeparátu zbarveném vidíme tytéž poměry. V praeparátě barveném vitálně (brillantkresylovou modří nebo zředěným fuchsinem) jeví první stadia strukturu krásně síťovitou, při čemž oka sítě obsahují jasně červená zrnéčka (po př. modrá, při barvení brillantkresylovou modří), různé velikosti. Zajímavo jest, že větší zrnéčka vyskytují se velice často na místech, kde později se vytváří dříve uvedené koule, t. j. hlavně na pólech. (Viz tab. VII.)

Na praeparátě barveném jodem (materiál rozmíchán direktně v kapce jodjodkaliového roztoku [JK 2, J 1: 300 vody]) zbarví se bakterie mladých stadií diffusně světle žlutě, při čemž zrnéčka vitálně se barvící fuchsinem nepřijímají žádného tmavšího zabarvení a odlišují se od ostatního plasmatu pouze větší světlolomivostí a tmavšími konturami. Jinak však má se věc u bakteroidů starších stadií vývojových; tu vidíme v světle žlutém plasmatu jedno i více těles různé velikosti a podoby obyčejně kulovité, zbarvených temně červenohnědě. Tělesa tato odpovídají velikostí, tvarem i lokalisací (obyčejně na pólech) oněm, jež pozorovali jsme již dříve na praeparátu nezbarveném; některá z nich zdají se velikostí přesahovati i diametr bakteroidu, některá zdají se dokonce i vystupovati. Některá individua jsou úplně takřka nabita těmito tělesy. (Viz tab. VII.)

Při rozpadu bakteroidů pozorujeme však na praeparátu ceteris paribus, že koule a útvary, které jsme pozorovali již v nezbarveném praeparátu, nebarví se již všechny jodem tmavohnědě, nýbrž většina jich pouze světle žlutě, a pouze malá jich část jest ještě jodofilní; pokud koule nacházejí se ještě uvnitř bakteroidů, obyčejně bizzarně zduřelých, kulovitých nebo hruškovitých, jaké popisují též jiní badatelé, barví se ještě intensivně jodem. (Tab. VII.) U některých dospělých

bakteroidů, blížících se již k rozpadu, pozoroval jsem však též některé koule, již se nebarvící jodem tmavohnědě, nýbrž světle žlutě; jsou to tělesa, u nichž chemická přeměna dostoupila stupně chemické přeměny isolovaných již koulí.

Zcela stejné poměry tinkční nalezneme u praeparátů barvených ceteris paribus chlorzinkjodem místo jodjodkaliem.

c) U praeparátů fixovaných (buď plamenem, nebo alkoholem nebo koncentr. sublimátem) pozoroval jsem tyto poměry:

Anilinovými barvivy zbarví se u bakteroidů s tělesy jodofilními pouze plasmatická část obsahu interkorpuskulární, kdežto tělesa zůstávají nezbarvena a lámajíce světlo poskytují obraz vakuol, za něž také od některých autorů byla pokládána (G. DE ROSI 160). Tělesa tato barví se však týmiž barvivy za současného působení mořidla; tak barví se Ziehlovým karbolovým fuchsinem za varu a podržují barvivo i po působení 4% kyseliny sírové,[16]) jak byl již dokázal MOELLER (132b, p. 246); a podobně jako jmenovaný badatel zjistil jsem i já, že touto methodou, již MOELLER doporučil k barvení spór u bakterií, zbarvují se červeně zvláště volná — isolovaná tato tělesa.

Rovněž tak barví se tato tělesa mojí methodou regressivního barvení na sporoidní tělesa u bakterií (viz I. díl str. 36.); u mladých individuí barví se rovněž zrna v obsahu buňky.

Velice distinktní zbarvení těchto těles docílíme antecedentním mořením 5—10% kyselinou chromovou a barvením karbolovým fuchsinem a odbarvováním kyselinou sírovou (modifikovaná methoda Moellerova barvení na spóry, všeobecně nyní používaná).

Zajímavo jest, že isolovaná tělesa po rozpadu bakteroidů mojí methodou se buď vůbec nebarví, nebo jen diffusně slabě růžově.

Tělesa tato shodují se, jak vidno z předcházejícího, tinkčními vlastnostmi se sporoidními tělesy u bakterií. Po-

[16]) pouze však starší stadia, kde chemická přeměna dospěla k stadiu acidoresistence (viz str. 5).

měry barvitelnosti bakterií nádorků kořenových, vypěstovaných v čisté kultuře na arteficielním prostředí, jsou tytéž.

Isoloval jsem organismy kořenových nádorků u Vicia faba za známých bakteriologických kautel na plotnách z agaru připraveného z dekoktu listů a stonků hostitelské rostliny. Isolace se podařila velice lehko a kolonie již svým habitem zřejmě poukazovaly na specifického mikroba. Ačkoliv se mi podařilo po několika pokusech vyvolati v kultuře na umělém prostředí (nátěru na agaru z dekoktu listí + 5% saccharosy) tvoření bakteroidů, byly tyto přece jenom v kultuře zastoupeny počtem nepatrným v poměru k normálním tyčinkám, což vysvětluji si jednak nevhodností tuhého media živného (nač jest již v literatuře poukazováno, a jak jsem se přesvědčil tím, že v bouillonu stejně připravovaném byly bakteroidy relativně četnější), jednak nedostatkem irritačního agens, k vytváření bakteroidů, kterým působí asi hostitelská rostlina na bakterie.[17])

Bakterie vylučovaly na agaru množství slizu, který na praeparátu fixovaném spolu se barvil s bakteriemi. Tyto jevily se jako tlusté tyčinky barvící se obyčejným fuchsinem a i mojí methodou na sporoidní tělesa pouze na pólech (Polkappen autorů); bakterie byly uloženy v nezbarvených pouzdrech.

Ve starších kulturách na témž agaru již vysychajícím jevily bakterie při direktním barvení v kapce slabého jodjodkalia zřetelné a známé nám rozlišení v plasma, barvící se bleděžlutě a silně světlo lámající žlutá tělíska kulovitá nebo ellipsoidní s tmavohnědými konturami (I. d. str. 35). Silným roztokem jodjodkalia a chlorzinkjodem barvila se temně hnědě; mojí methodou na sporoidní tělesa barvila se červeně. Při rozpadu barvila se tělíska stejně jako u bakterií z nádorků kořenových (z přirozeného stanoviska).

---

[17]) Toto organisované irritační agens lze nahraditi v umělé kultuře vlivy jiných chemických činidel, jak ukazují údaje v literatuře. Viz souborný přehled literatury o tomto předmětě v methodice LÖHNISOVA Handb. der landw. Bakteriologie 1910. pag. 726); z nedostatku času nezabýval jsem se systematickým studiem těchto poměrů.

Existuje již celá literatura o bakteriích, žijících symbioticky s listy některých rostlin zelených,[18]) kteréžto bakterie pro své morfologické i biologické vlastnosti kladeny jsou do příbuzenství s bakteriemi kořenových nádorků u Papillionaceí. I zde vzal jsem kontrolní materiál komparační z rostliny *Ardisia crispa* a *crenulata*. Poměry byly celkem stejné jako u bakterií kořenových nádorků a nebudu je zde opakovati, pouze podotýkám, že materiál, s kterým jsem operoval za stejných podmínek a method zkoumacích, jevil formy bakteroidů daleko mohutnější a bizzarnější (viz tab. VII.).

Mikrochemické reakce, provedené na tělesech v bakteroidech, shodují se úplně s reakcemi na sporoidních tělesech Bac. megatherium (viz tabulku v I. díle této práce), a pokládám je tedy za tělesa úplně analogická.

*

V hojné literatuře o bakteriích kořenových nádorků setkáváme se s názory o významu bakteroidů tak bizzarními, jak bizzarními jsou jich formy. V následujícím povšimnu si však pouze údajů, vztahujících se direktně k povaze a významu oněch inklusí v těle bakteroidů a pokusím se applikovati své nálezy na stávající theorie.

Hlavním výsledkem různých prací jest zjištění zajímavé biologické vlastnosti těchto mikroorganismů — jich prototrofie ohledně dusíku — schopnosti assimilovati elementární dusík atmosférický; při těchto studiích bylo si všímáno (pokud se morfologie týká) hlavně jenom vnějšího utvoření bakterií nádorků kořenových, hlavně ramifikace bakteroidů, kdežto dlouho zůstával téměř nepovšimnut fakt, že ruku v ruce se změnou vnějšího morfologického utváření jdou i pochody vnitřní morfologické a morfochemické přeměny obsahu bakteroidů, jichž nelze si nevšímati hlavně pro jich úzký vztah k vyslovené jich prototrofii a symbiose se zelenými rostlinami, jak vyslovili se již HILTNER a STÖRMER (85); dle těchto není to pouze tvorba bakteroidů, která umožňuje assimilaci atmosférického dusíku, nýbrž hlavně differenciace

[18]) Viz můj souborný referát v PRESSLIA — Sborník České botanické Společnosti 1914.

plasmatu v bakteroidech ... »indem sich dabei aus dem Kernplasma oder unter dessen Mitwirkung eine stickstoffhaltige Substanz bildet, deren Stickstoff der Atmosphaere entstammt.«

Názory o povaze a významu bakteroidů lze z údajů v literatuře roztříditi ve více skupin.

I. V prvé řadě jest to názor, který neuznává vitality těchto útvarů a jich příslušnosti mezi organismy živé vůbec. Tak již Brunchhorst,[19]) od něhož vlastně název »bakteroidy« pochází, považuje je za jakési »špýchary bílkovin« rostlin motýlokvětých. L. c. p. 257 praví o nich: ... »als Resultat meiner Untersuchung muß ich ansehen, daß die Knöllchen normale Organe der Leguminosen sind, welche für die Ernährung Bedeutung haben, und daß die Bakteroïden (bakterienähnliche Körper oder »Sprosszellchen« der Autoren) normale Gebilde des Zellplasmas sind, duch welche die Funktionen der Knöllchen vermittelt werden, indem sie etwa nach Art eines aus wirklichen Organismen gebildeten sogenannten organisierten Fermentes tätig sind.«

Rovněž Tschirch (192) považuje bakteroidy za »g e f o r m t e E i w e i s s k ö r p e r«. Mikrochemické reakce, které provedl na nich, daly mu podnět k předpokladu, že jedná se o resistentní bílkoviny. Z toho fakta, že nádorky kořenové dle chemické analysy jsou relativně chudé na síru (11·74% proti 24·27% v popelu kořenů), za to však bohaté na kyselinu fosforečnou, soudí, že substance bakteroidů náleží do skupiny rostlinných kaseïnů (z nichž některé, hlavně legumin, jsou hojně obsaženy v semenu leguminos. Rovněž nápadný byl vysoký obsah nádorků na tuk (5·33% proti 1·31% v kořenu).

Mikrochemické reakce, které tento autor prováděl, jakož i chemická analysa nádorků neopravňovala ho k dedukci, že jedná se v bakteroidech o kaseiny; rovněž tak nestačí k vyslovení jich bílkovinné povahy žluté zbarvení jodem a intensivní zbarvení aniliovými barvivy, čímž chce jich příslušnost k bílkovinám dokazovati; nás interessuje hlavně, že viděl, popsal i na obrázcích znázornil inkluse v bakteroidech.

---

[19]) Brunchorst — Über die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 3. 1885. p. 241.)

Smith (175) soudí, že rozmanitost obrazů při mikroskopickém vyšetřování bakteroidů pochází od hlenovitého obalu vlastních bakterií. Je-li tento obal jemný, tu dceřinná buňka po rozdělení bakteria se odloučí a vyjde ven; je-li obal pevný, zůstává uvnitř a změnou posice a dalším vzrůstem vyklenuje obal v pupen (větev), což se může dále opakovati a dostaneme obrázky rozvětvených bakteroidů.

V první své práci o bakteroidech z r. 1889 pokládá ještě Frank (56a) tyto za bílkovinné útvary (»Eiweissgebilde«) leguminos, v nichž je uzavřen specifický mikrokokkový mikrob (za nějž považuje Frank známá granula, uložená v bakteroidech). Tato tělesa nalézal Frank po 2—3—4 i více za sebou v bakteroidu a dokonce i isolovaná v nádorku po resorbci bakteroidu rostlinou a tato prý dle všeho tedy nejsou rostlinou attakována, nýbrž intaktní dostávají se zpět do půdy.

Jak vidno, pokládal Frank v této práci sporoidní tělesa v bakteroidech za specifického mikroba.

II. Směr druhý představují nám názory oněch badatelů, kteří uznávají příslušnost bakteroïdů do vývojového cyklu bakterií kořenových nádorků; směr tento však zabíhá u většiny do extrému vyznačeného u Gamaleiy (60c) názvem *»retrospektivismus«*, t. j. názoru, považujícího tyto útvary za »přezrálé elementy«, čili dle běžného rčení — za »formy involuční«.

Tak Lundström (112) považuje bakteroidy za pozměněné bakterie; světlolomná zrnéčka v nich barvící se chlorjodzinkem červenohnědě nepokládá však za spóry (ač prý způsob jich tvorby zdál by se poukazovati na vznik endogenních spór), a to z toho důvodu, že mu přes opětované pokusy nevyklíčila. Spíše pokládá za pravděpodobné, že představují nějakou bílkovinu (protein nebo kasein), která povstává při rozkladu škrobu; zrna tato hrají prý asi roli jistého druhu »proteinových plastidů«.

Nezvratný důkaz o tom, že bakteroidy jsou článkem vývojového cyklu symbiotického mikroba v nádorcích kořenových, přinesli teprve Beijerinck (12a) a Pražmowski (151b).

Beijerinck vypěstoval první tohoto mikroba na umělém prostředí výživném a sledoval jeho vývojový cyklus. Mikroba

nazval *Bacillus radicicola.* Resultát jeho zkoumání ohledně bakteroidů je shrnut v citátu, v němž tvrdí, že bakteroidy patří do vývojového cyklu bacilla, a nejsou, jak praví Brunchorst (l. c.), »autonome Bildungen des pflanzlichen Zellplasmas« . . .: l. c. »Die Bakteroiden sind metamorphe Bakterien, welche ihre Entwicklungsfähigkeit verloren haben und als geformte Eiweisskörperchen fungieren können. Sie sind durch eine kontinuierliche Bakterienreihe von stufenweise ungleicher Vegetationskraft mit der normalen Form von Bacillus Radicicola verbunden.«

Jak vidno, pokládá Beijerinck bakteroidy též za »geformte Eiweisskörperchen«, nikoli však ve smyslu Tschirchově, nýbrž praví . . .: »Die Pflanze züchtet sie zum Zwecke lokaler Eiweissanhäufung aus Bacillus Radicicola, — čili jsou to »Organe des pflanzlichen Protoplasmas, entstanden aus eingewanderten Bakterien.«

Rozeznává pak tři formy bakteroidů: 1. normální, jichž krásné, hyalinní a turgescentní vzezření pochází od zásoby bílkovin, kterou později odevzdávají bakteroidy rostlině. 2. »Hemmungsbakteroiden«, které na rozdíl od prvních nepřicházejí v typickém pletivu bakteroidním, nýbrž mimo ně téměř ve všech buňkách nádorků kořenových, ano i v normální kůře kořene. Tyto podobají se prý normálním, jsou větvené (»zweiarmig«), jsou však menší a ostřeji konturované a »Als functionslose Körperchen gehen sie mit den Zellen zu Grunde, sie zeigen große Übereinstimmung mit einem gewissen Stadium in Entleerung begriffener normalen Bakteroiden (l. c. pag. 735). 3. Poslední typus t. zv. »Bläschenbakteroiden« povstávají vyčerpáním bakterií (»Bakterienerschöpfung«), t. j. následkem abnormního rozmnožování uvnitř buňky. Jméno jich odvozuje od charakteristických inklusí měchýřkovitých (»die sekundären Bläschen«). Tyto poslední získal autor u bakterií z nádorků kořenových hrachu a bobu v koloniích a na gelatině masopeptonové.

Jest jasné, že vyjmenované 3 typy formy bakteroidů jsou vývojová stadia, při čemž typus druhý »Hemmungsbakteroiden«, jsa vzdálen od onoho depôt výživných látek v přebytku rostlinou ďodávaných bakteriím, nedospěje k vytváření sporoidních těles ve svém nitru, za něž dlužno pokládati dle

popisu ony sekundární »Bläschen«. Praví o nich autor (l. c. p. 765) ...»Die Bakteroiden verlieren dabei das Eiweiß in abnormer Weise, und der Körper derselben wird zu einem leeren Säckchen, das primäre Bläschen, worin kleine mit Jod sich intensiv braun färbende Oeltropfen, die sekundären Bläschen sich ansammeln.«

Na základě jakých praemiss dedukoval autor na olejovitou povahu těchto inklusí, není mi jasno, neboť hnědé zbarvení jodem není znakem oleje a o žádných jiných mikrochemických reakcích se nezmiňuje.

Zásluhou Beyerinckovou je konstatování fakta, že bakteroidy představují jednu etappu vývojového cyklu symbiotického mikroba, a to hlavně vypěstováním bakteroidů v kultuře v umělém výživném prostředí.[20]) Tuto zásluhu jeho nezmenší nikterak ani teleologický moment v jeho theorii, kde rostlina (hostitel) láká nějakým sekretem bakterie k spolužití a na způsob spolužití mravenců s mšicemi si je vykrmuje ku své potřebě (výživě dusíkem). Nedostatkem srovnávacího materiálu nesymbiotických bakterií a neznalostí pochodu morfochemických přeměn vnitřního obsahu bakterií následkem změněné výživy dá se vysvětliti druhý omyl, kterého se ve své práci dopustil, t. j. vysvětlování tvorby sporoidních těles následkem abnormního rozmnožování bakterií uvnitř nádorku. Tomuto výkladu odporuje již sám fakt, který byl zjistil v umělé kultuře, že totiž především chudé výživné půdy vykazovaly rychlý vzrůst, a na druhé straně malé kolonie obsahovaly více forem blízkých bakteroidům, nežli kolonie velké, které právě poukazují na vzrůst a rozmnožování čilé, čili vice versa měly by jeviti bakteroidy uvnitř pletiva bakterioidového následkem supponovaného abnormního rozmnožování formy normální.

Ještě dlužno uvésti, že Beyerinck pozoroval též ony úplně pathologické formy hypochromatické, které mezi ostat-

---

[20]) a to i bakteroidů se sporoidními tělesy; důležitým důkazem je též reviviscence bakteroidů, t. j. přeměna mladých bakteroidů, uzavřených v buňkách nádorku v rychle pohyblivé bakterie, jež pozoroval na praeparátech z nádorků *Caragana arborea.*

nými individuy jsou jako stíny bakterií, a které nazývá »*Gespenstbakteroiden*«.

Pražmowski (l. c.) dospěl ve své práci ohledně povahy bakteroidů v podstatě k stejnému názoru, tím že je považuje rovněž za článek vývojového řetězu specifického mikroba; odlišným je názor jeho potud, že tvorbu bakteroidů neklade do normálního vývojového kruhu, nýbrž soudí, že tvorba bakteroidů je zjevem involuce, což činí ještě pravděpodobnějším ta okolnost, že během doby ztrácí bakteroidy na schopnosti vývoje. Větvení tvoří dle něho první etappu v řadě změn, které doznávají bakterie vlivem buněčného plasmatu a tvorba silně světlo lámajících zrnéček v obsahu bakteroidů tvoří další stupeň degenerace bakterií. Tato zrnéčka nebarvící se obyčejnými barvivy, barví se jodem intensivně červenohnědě, louh draselnatý jich neattakuje, kdežto koncentrovaná kyselina sírová je úplně rozpouští, při čemž se dostavuje po jisté době růžově červené zbarvení, jež vystupuje za přítomnosti cukru rychleji a zřetelněji; nedegenerovaná část bakteroidu se barví obyčejnými barvivy. Svůj názor o chemické podstatě a významu těchto zrnéček shrnuje autor následovně: (l. c. p. 207) — »Aus diesem ganzen Verhalten gegenüber Reagentien geht mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, daß die lichtbrechenden Bakteroidenkörperchen eine eigentümliche Form von Eiweißsubstanzen[21]) darstellen. Das Resultat aller dieser Betrachtungen läßt sich also dahin zusammenfaßen, daß die Knöllchenbakterien unter dem Einfluße der Pflanze eine Reihe von successiven Veränderungen erleiden, welche mit einem Wechsel der Gestalt und Abschwächung der Vegetationskraft beginnen, und mit einer vollständigen Degeneration und Umwandlung der Bakterienkörper in besondere Eiweiß-Substanzen abschließen.«

V dalším autor uvádí, že bakteroidy pomalu zmizí a ve vyprázdněných buňkách častěji zbývají zvláštní světlo lámající tělíska bílé barvy, barvící se jodem světle žlutě a čá-

[21]) Proloženo autorem.

stečně se rozpouštějící v draselnatém louhu, jichž chemická povaha jest mu hádankou.

Není sporu o tom, že posléze jmenovaná tělíska jsou rozpadová tělesa bakteroidů, jevící již čistě bílkovinný charakter (žluté zbarvení jodem), pozorovaná již LUNDSTRÖMEM (viz str. 15).

Ohledně výživy bakteroidů soudí autor, že k stavbě jich těla slouží jim škrob, pro ně rostlinou v nádorku nahromaděný. Přívod jeho zprostředkuje z orgánů rostliny nad zemí hojně rozvětvený system fibrovasálních svazků mezi bakteroidním pletivem a zkorkovatělou půdou; tento system zároveň odvádí prý do částí rostliny nad zemí substance, získané rozpouštěním těla bakterií.

V druhé své práci z r. 1892 mění již FRANK (56b) svůj dřívější názor (str. 15) v tom smyslu, že bakteroidy považuje již za stadium životního cyklu specifického mikroba; dopouští se však nové chyby, že totiž různá dvě vývojová stadia jednoho a téhož mikroba vykládá jako dva specificky různé mikroby, anebo aspoň jako látkově ve dvojím směru hypertroficky degenerované potomky bakteria, vniknuvšího do kořenu rostliny; rozeznává tedy dva druhy bakteroidů — »Eiweiss- und Amylodextrinbakteroiden«, a dle toho i dva druhy kořenových nádorků — a) menší, obyčejně nerozvětvené a chovající obyčejné bílkovinné bakteroidy, a b) větší, mnohonásobně prstovitě rozvětvené až korálovité komplexy tvořící nádorky, chovající ve svém nitru bakteroidy amylodextrinové.

Ad a). Bakteroidy prvních nádorků mají normální bakterielní vzezření, někde jsou rozvětvené, a barví se intensivně anilinovými barvami, což prý mluví pro jich bílkovinný charakter. Pozoroval však i v nich differenciaci plasmatickou, jevící se různým stupněm zbarvení, a v nezbarveném praeparátu silnější lomivostí světla. Ani alkalie, ani kyseliny, ani jiná rozpustidla jich nemění a srovnává je s Ernstovými sporogenními zrny (ač se nebarví dle ERNSTA, nerozpouštějí ve vroucích tekutinách a ani 48hodinovým působením účinné žaludeční šťávy při 38—40°). Pokládá je za koncentrovanější formu ostatní tělesné substance bakteroidů, a soudí, že jsou příbuzná nukleinům. L. c. p. 172 praví: »Die Bakteroiden sind

also unter Hypertrophie, d. h. unter vermehrtem Wachstum und vermehrter Eiweissbildung degenerierte Bakterien.«

Ad b). Bakteroidy typu druhého jsou mohutnější a obsahují veliké inkluse, které někdy vyplňují svou velikostí celé tělo bakteroidu. To jsou prý tělesa, popsaná již Pražmowskim, která však nejsou žádnou zvláštní formou bílkovin, nýbrž »škrobem, barvícím se červeně jodem«. Jod barví je nikoliv žlutě jako bílkoviny, nýbrž intensivně hnědě až červenohnědě, chlorzinkjod dokonce temně červenohnědě až černě, a nebarví se anilinovými barvivy. Kyselinou sírovou okamžitě zbobtnají a se rozpouštějí, KOH jich znatelně neattakuje, rovněž ne vaření ve vodě, rozpouštějí se v chloralhydrátu. V polarisačním mikroskopu zřetelně zazáří při skřížených nikolech v temném poli jako pravá zrna škrobová.

Dle těchto vlastností odpovídá prý jich povaha chemická oné modifikaci škrobu, jež se označuje jako škrob červenající jodem (»durch Jod rotwerdende Stärke«) a která dle A. Meyera obsahuje vedle pravé substance škrobové více nebo méně amylodextrinu a dextrinu. Dle Franka zdá se podporovati tento názor ta okolnost, že amylodextrinové nádorky kořenové hrachu obsahují daleko menší procento dusíku (4·828% N) než bílkovinné (6·936% N).

Amylodextrinové nádorky považuje Frank za jakési vnadidlo pro škodlivé organismy, aby byly uchráněny ostatní části kořene, ježto bývají napadány larvami, anguillulami a j. a vyžírány, kdežto bílkovinné nikoliv — opět jeden teleologický názor o věci vysvětlitelné jednoduchým a přirozeným způsobem bez vyhledávání nadpřirozených momentů. Zvířata tato všímají si těchto nádorků proto, že jsou větší a mají obsah výživně pro ně vhodnější než druhé; konečně naskytá se otázka, proč jenom hrách je tak intelligentní, aby vycítil potřebu tvorby takových ochranných orgánů kořenových a ne ostatní Papilionaceae, kde se Frank nesetkal nikde s tímto »účelným« dimorfismem nádorků.

Že celý dimorfismus nádorků jsou pouze časově různá vývojová stadia, mohl Frank zcela dobře vystihnouti, neboť sám (l. c. pag. 177) praví, že první nádorky vytvářené rost-

linou na kořenu jsou vždy bílkovinné nádorky; jich tvoření postupuje dále po hlavním kořenu dolů a pak na postranní kořínky, kdežto druhé (amylodextrinové) objevují se teprve později. Vzhledem k Frankově theorii tvorby amylodextrinových nádorků bylo by od rostliny účelnější, aby vytvářela dříve tyto a pak teprve ony bílkovinné.

V kapitole o differenciaci plasmatu v bakteroidech přejímají Hiltner a Störmer (85) Frankem zjištěný a Moellerem popíraný dimorphismus nádorků a to ve smyslu příznivém pro názor Frankův. V abnormálních nádorcích tvoří bakteroidy veliké, jodem temněhnědě se barvící koule, zcela odlišného vzezření od normálních bakteroidů. Tytéž abnormální nádorky nalezli autoři na očividně nemocných rostlinách hráchu v Dahlemu, kdežto normální hrách měl normální nádorky, a soudí, že tyto abnormální nádorky jsou zjevem pathologickým, podmiňujícím asi jistě [22]) »die Erbsenmüdigkeit«. To potvrzuje prý ta okolnost, že v originálním materiálu Frankově vždy byla buď v abnormálních nádorcích nebo aspoň v oněch partiích kořenu, nesoucích tyto nádorky, nalezena vlákna plísní, které rozrušují spojovací dráhy mezi nádorky a rostlinou, takže rostlina není již vyživována dusíkem, a tehdy tvoří se za těchto abnormálních poměrů ona pathologická tělesa.

Tento smělý názor není však ničím doložen a zůstává pouhou theorií. Kdyby ovšem bylo experimentálně zjištěno, že přerušení kommunikace mezi nádorkem a ostatní rostlinou vždy vyvolá tento zjev, tu snad dalo by se souditi, že bakteroidy hromadí ve svém těle látky, které jinak by jim odebrala rostlina.

Ve výživném roztoku bohatém na uhlohydráty podařilo se autorům vypěstovati bakteroidy s differencovaným plasmatem; dobře daly se rozlišiti dvě různé partie — 1. karbolovým fuchsinem silněji barvitelné »Kernplasma« obyčejně polární lokalisace, a 2. slaběji barvitelné plasma. Toto zhuštěné plasma silně se barvící sestává dle autorů z různých komponent, a to především z plasmatické živé substance základní, která na rozdíl od ostatního plasmatu barví se jodem

[22]) cit. Süchting (186) pag. 385.

ponejvíce žlutě, a dále z hmoty jistě neorganisované (»unorganisiert«), která jodem se barví červenohnědě. Chloroformem dá se z těles vytřepati látka podobná guttaperči, o níž mohli autoři zjistiti pouze to, že je úplně bezdusíkatá; tato barví se jodem žlutě. Jodem hnědě se barvící hmotu považují autoři za glykogen. K tomu jsou vedeni hlavně tím, že je ve vodě rozpustná, ježto tělesa, která v čerstvém stavu se barvila jodem červenohnědě, barvila se »nach mehrtägigem Ausfaulen« (l. c. p. 253) ve vodě pouze žlutě (snad »autolysa«, ježto dle mých pokusů tato tělesa jsou ve vodě nerozpustná).

Autoři pozorovali, že »Kernplasma« bakteroidů ve výživném uhlohydrátovém prostředí »pučí«.[23]) Tyto »Aussprossungen« pokládají za fruktifikační orgány bakterií. V určitých stadiích vývoje rostliny dají se tyto nalézti též v kořenových nádorcích, a to, jak konstatovali autoři u Soji, pouze v stadiu hladovění rostliny, kdežto před počátkem a hlavně na konci tohoto stadia zřídka kdy. Tento úkaz přivádějí autoři v souvislost s dusíkovou assimilací rostliny; bakterie prý mají snahu vytvářeti sporangia, v čemž jim brání hostitelská rostlina tím způsobem, že resorbuje ustavičně se tvořící »Aussprossungen«, které představují vlastně dusíkatý stavební materiál pro sporangia. Tvoření této dusíkaté hmoty, jejíž dusík pochází z atmosféry, je vlastně dle autorů nejdůležitějším faktem z celé jich biologie. Za normálních poměrů vytvářejí bakteroidy tuto dusíkatou hmotu, za poměrů abnormálních však tvoří se místo této bezdusíkatá hmota voskovitá, o níž jsem mluvil dříve. V roztoku nitrátovém ku př., kde není potřeby assimilace volného dusíku, vytváří se sice bakteroidy, nikoli však úplná differenciace plasmatu, a tím dá se ku př. vysvětliti zjev, že assimilace atmosférického dusíku v nádorcích kořenových u Leguminos začíná teprve tehdy, kdy jest zásoba rozpustného a rostlině přístupného dusíku v půdě vyčerpána.

---

[23]) Autoři považují tvoření větviček a kondensaci zvláštní hmoty v konci těchto za pučení jaderního plasmatu; jest vidno, že se nejedná o žádné takové pučení, nýbrž ve vytvořené větvičce povstane nahromaděním reservních hmot ohraničené tělísko.

Toto morfologické pojímání bakteroidů jako »Sporangien unvollkommener Natur« a význam jich pro výživu rostliny podroben byl odůvodněné a nezvratné kritice v práci SÜCHTINGOVĚ (186 p. 386-7).

Ohledně resorbce dusíkatých »Aussprossungen« praví SÜCHTING, že není si možno tuto resorbci představiti jinak, nežli působením proteolytických processů a že zůstává nevysvětlitelným, proč nepodléhá pak v tomto případě proteolyse též ostatní část bakteroidu?

Co se týká sporangiové povahy bakteroidů, namítá SÜCHTING, že podmínky jich tvorby neodpovídají nikterak fysiologickým podmínkám sporogenesy u ostatních bakterií; kdežto bakterie projevují tím intensivnější snahu tvořiti spóry, čím nepříznivější jsou podmínky životní dotyčného bacilla, je tomu zde právě naopak — kumulace plasmatu v podobě zvláštních útvarů nastává u bakteroidů právě za nejpříznivějších podmínek výživných, kdežto v kulturách na prostředích nepříznivých se tyto útvary nevytvářejí.

SÜCHTING se domnívá (a to zcela právem), že HILTNER & STÖRMER viděli tělíska BABES-ERNSTOVA, o jichž významu nic určitého neví. Vlastní svůj názor vyjadřuje (l. c. p. 387): »Daß diese Körner bei R a d i c i c o l a nach HILTNER mit Jod rotbraun gefärbt werden, scheint auf Sekrete oder Exkrete hinzudeuten, indessen muß es bei dem mangelnden Tatsachenmaterial und der verwirrenden Deutungsverschiedenheit als müßig betrachtet werden, hierauf näher einzugehen; Sporen sind es jedenfalls bis jetzt noch nicht.«

Jediný důvod pro tvrzení sporangiového charakteru těchto těles bakteroidních, který hledají HILTNER a STÖRMER v tom, že viděli, jak »die in gewissen Nährlösungen entstehenden Aussprossungen der Bakteroiden zweifellos unter Umständen in Teile von recht verschiedener Größe zerfallen, die direkt oder nach weiteren Teilungen in Bakterien oder Bakteroiden auswachsen können,« — odbývá ve svém referátu o jich práci BEHRENS [24]) následovně: »Es ist bedauerlich, daß für die bei Bakterien nach unserm heutigen Begriff doch etwas überraschende Auffassung der Bakteroiden als Sporan-

[24]) KOCH's Jahresber. Jahrg. *14.* 1903. p. 436.

gien nichts als diese recht wenig präzisen Beobachtungen ins Feld geführt werden.«

Nesprávnost theorie dimorphismu vystihl Moeller (131a), který ve svých »Bemerkungen zu Frank's Mitteilung etc.« ony amylodextrinové nádorky považuje za starší stadia vývojová, kde následkem rozkladných processů, které s ohledem na konečný produkt a podobné pochody v říši živočišné pokládá za druh jakési »tukové degenerace bílkovin« dochází k tvorbě oněch zvláštních těles, jež Frank pokládá za amylodextrin.

Hmotu těchto těles podrobil Moeller důkladnému vyšetření mikrochemickému, při čemž ona tělesa se *ne* rozpouštěla v studeném zředěném louhu, koncentrované kyselině dusičné, horkém alkoholu ethylnatém i amylnatém, ani v étheru, benzinu nebo sírouhlíku; za to rozpouštěla se lehce v chloroformu, acetonu, ledové kyselině octové, v hřebíčkovém oleji, tíže v benzolu.

Z těchto mikrochemických reakcí soudí Moeller, že jedná se v daném případě o látku bílkovitou a nikoli o škrob, jak tvrdí Frank. Substance ta má i povahu tuku nebo vosku, nejspíše prý snad je to nějaká hmota cholesterinovitá. Že však to není obyčejný cholesterin, zjistil Moeller nerozpustností v éteru a vařícím alkoholu a negativním výsledkem barevných reakcí na cholesterin (chloroform + H_2SO_4; HCl + chlorid železnatý nebo ammoniakem po zahřátí kyselinou dusičnou).

Snad jedná se prý také o směs cholesterinu s tukem, voskem nebo pryskyřicí, jako nacházíme u některých rostlin, hlavně hub.

Co se týká osudu těles inkludovaných v bakteroidech, praví Moeller, že při svrchu uvedené »tukové degeneraci« změní se konečně všechny bílkoviny těla bakteroidního v tělesa, která po rozpadu hypertrofických a bizzarně utvářených bakteroidů se uvolňují dovnitř nádorku; zdá se, že nejsou tato tělesa rostlinou resorbována, nýbrž stávají se spolu s odumírajícími buňkami nádorku obyčejně kořistí zvířat, jak naznačil již Pražmowski a Frank.

Moeller první vytušil spojitost mezi těmito tělesy bakteroidů a tělesy sporoidními u jiných bakterií při barvení

jich methodou na spóry; l. c. p. 246 praví výslovně: »Da diese Färbungs- und Entfärbungsmittel auch bei meiner neuen Methode der Doppelfärbung von Bakteriensporen Anwendung finden, so gab mir das Verhalten gerade dieser Inhaltsstoffe der Bakteroiden, wie auch ähnlicher oder gleicher, an *Bacillus subtilis* in alten Agar-Agar-Kulturen vorkommender[25]) seinerzeit Veranlassung zur Empfehlung der Vorsichtsmaßregel, das auf Sporen zu prüfende Material vor der Färbung mit Chloroform zu behandeln.«

V následující své práci konceduje Frank (56bc) úplně ohledně mikrochemických znaků bakteroidních těles zjištěných Moellerem; pouze opravuje jeden z nich v ten smysl, že při opatrném protažení plamenem některá tělesa úplně na způsob tuků roztají. l. c. p. 391 praví: »Man wird also die Substanz dieser Körner wohl für einen nicht näher bekannten fett- oder wachsartigen Körper halten dürfen; die Schmelzbarkeit würde ja auch für Cholesterin stimmen.«

Na dimorfismu nádorků u hrachu však trvá dále; umíráčkem však odzvonil »dimorfismu« Moeller (132ab) ve své odpovědi r. 1892. Na výtku Frankovu, že je bezpodstatným Moellerův názor o dimorfismu nádorků, ježto prý Moeller nevyšetřoval nádorky hrachové, studoval tedy Moeller tyto a úplně vyvrátil Frankovu theorii; nalezl totiž kromě dvou Frankem postavených typů (Eiweiß- und Amylodextrinknöllchen) přechodní formy mezi oběma těmito typy a kromě toho nalezl v malých (typu Eiweißknöllchen) nejenom »Eiweißbakteroiden«, nýbrž i spoustu bakteroidů s oněmi inklusemi, které zprvu Frank pokládal za amylodextrin a o nichž opakuje nyní Moeller totéž v celku co dříve: (l. c. p. 569) »... daß jene Tröpfchen als fettige Degenerationsprodukte regelmäßig am Ende der Entwickelungszeit der Knöllchen auftreten,« a o něco níže (l. c. p. 570) »Es dürfte demnach, wie ich es früher aussprach, der biologische Vorgang in den Knöllchen der sein, daß die eingewanderten Bakterien durch die Hypertrophie in die Evolutionsformen der

[25]) mnou proloženo.

Bakteroiden übergeführt werden, und diese abgestorbenen Organismen dem Prozesse fettiger Degeneration verfallen.«[26])

Ohledně Frankova dimorphismu byla by mi ostatně i tehdy jasná souvislost morfochemické a časové vývojové differenciace mezi oběma typy nádorků, kdyby obsah nádorků odpovídal striktně jeho nálezům. Praví totiž, že »Amylodextrinknöllchen« jsou časově pozdější a (l. c. p. 172) »... sie sitzen gern in der oberen Region der Pfahlwurzel, kommen jedoch auch an Seitenwurzeln vor, aber dann auch besonders an solchen, die aus dem oberen Teile der Pfahlwurzel entspringen.«

Blízkost jich hlavním svodným drahám přivádějícím do kořene reservní látky ať už jakékoliv povahy chemické (snad škrob, který se v buňkách nádorků objevuje ve velmi značném množství) podmiňující u bakteroidů tvorbu oněch zvláštních inklusí, vysvětluje již dostatečně jich čilý vývoj a chemickou změnu jich plasmatu.

Konečně ještě k tomu dimorfismu uvádím citát Süchtingův (186 p. 418) ohledně postavení nádorků: »Die Stellungsverhältnisse der Knöllchen am Wurzelsystem sind überhaupt lediglich als Funktion der zeitlich verschiedenen Infektion anzusehen,« který bych modifikoval s ohledem na vnitřní strukturu nádorků ve větu: »Die verschiedenen Strukturverhältnisse der Knöllchen am Wurzelsystem sind überhaupt lediglich als Funktion der zeitlich verschiedenen Entwicklung anzusehen.«

Dawson (37) pozoroval, že bakteroidy vznikají pravým rozvětvováním přímých tyčinek.

Za článek vývojového řetězu bakterií považuje bakteroidy též Morck (133),[27]) který vyšetřoval 65 různých specií Papilionaceí, Caesalpiniaceí a Mimosaceí na bakteroidy. V mladých buňkách nádorků nalezl pouze malé kulovité bakterie, které později vlivem plasmatické substance buněk

---

[26]) proloženo autorem.

[27]) Práce mi známá pouze z referátu — Koch's, Jahresber Jhrg. 3. 1892. p. 207.

nádorku zveličují dimense a mění formu až do rozvětvených útvarů. Při změnách bakteroidů (»zum Zwecke der Resorption«) ztrácí často na schopnosti světlolomné, anebo tvoří se uvnitř inkluse koncentrovanější hmoty barvící se jodjodkaliem intensivně žlutě. Po skončené resorpci bakteroidů rostlinou zůstávají v buňkách ještě intaktní malé bakterie, které po destrukci nádorků dostávají se zpět do půdy.

Sporoidní tělesa v bakteroidech považovali za pravé spóry NOBBE, SCHMID, HILTNER a HOTTER (142),[28]) kteří pokládají vyvinutý bakteroid rozvětvený za zoogleu v malém.

SCHNEIDER (164a) [29]) uvádí v první své práci, že bakteroidy se rozmnožují spórami a dělením; spóra prý ve svém vývoji se téměř dvojnásobně zveličí, a z ní vyrůstá »Sporenschlauch«. Zvláštní tělesa v obsahu dospělých a degenerovaných bakteroidů pokládá SCHNEIDER stejně jako MOELLER za tukově degenerované bílkoviny, a soudí, že se vytváří z chemicky změněných spór.

Mnoho pravdy spočívá v posledním tvrzení, neboť sporoidní tělesa skutečně představují nám hmotu chemicky velice blízkou hmotě spórové a také i vývojově velice příbuznou, která vznikla jakýmsi náběhem na tvorbu spor. Ostatně RŮŽIČKA zřetelně se vyslovil též o příbuznosti hmoty spór a sporoidních těles.

SCHNEIDER opravuje své mínění o bakteroidech v práci pozdější (164b) v ten smysl, že bakteroidy netvoří spór, nýbrž rozmnožují se dělením a pučením, a že tělesa silně světlolomná, též jinými badately pozorovaná, podobají se sice spórám, jimi však nejsou. Pokládá je za útvary spórám podobné — »sporoidy«, jichž původ však a funkci nevysvětluje: (l. c. p. 113) ...»Refractive bodies (sporoids) occur in the older organisms, and seem to be characteristic of the species. Their origin and function are as yet undetermined.«

Avšak v následující práci (164c) odvolává i toto mínění

---

[28]) Práce mi známá pouze z referátu — KOCH's, Jahresber. Jhrg. 2. 1891. p. 199.

[29]) Práce mi známá pouze z referátu — KOCH's, Jahresber Jhrg. 5. 1894. p. 254.

a praví, že tato granula jím dříve zvaná »sporoidy« jsou »zrnéčky reservní hmoty«, ač žádných důvodů pro toto své tvrzení neudává.

Hiltner (84) mluví o sporoidních tělesech v bakteroidech jako o »anscheinende Sporenbildung«, strukturu bakteroidů analogisuje resp. identifikuje se strukturou bakterií popsanou Bütschlim. Názor svůj formuluje takto: (l. c. p. 280) »Meine Ansicht geht dahin, daß die Bakteroiden lediglich vergrößerte Bakterien sind, bei denen die vielleicht ursprünglich schon vorhandene, aber mit jetzigen Hilfsmitteln nicht sicher zu beobachtende wabige Struktur des Plasmakörpers nur schärfer hervortritt.«

Ježto neznáme způsob jeho barvení, nemůžeme se s určitostí vysloviti o jeho názoru, ale zdá se, že nezbarvené partie (sporoidní tělesa!) považoval za oka alveolární sítě, jak poukazuje jeho výraz »wabige Struktur«.

Stefan (177A) pokládá bakteroidy za involuční formy organismu, který prý pro své vláknité stadium patří k Myxobakteriím.

III. Třetí směr, který bychom dle Gamaleiy mohli nazvati »prospektivismem«, zahrnuje autory, kteří spatřují v bakteroidech již organismy nebakterielní, a systematicky vyšší.

Tak Laurent (105), který pokládá lesknoucí se inkluse v bakteroidech (sporoidní tělesa!) za spóry, klade bakteroidy pro jich dichotomické rozvětvení mezi vyšší organismy, t. j. do skupiny Pasteuriaceí dle Metschnikoffa.

Hartleb (75) [30]) pozoroval v bakteroidech mateřské spóry, zoospóry, sporangia, zygoty a více pod.; bohužel jest mi práce v originálu neznáma. Koch Alfred praví o ní ve své kritice (Lafar p. 54 viz dole): »Jedenfalls hat bei Hartleb, der von Zoosporenbildung und Kopulationsvorgängen spricht, die zur Bildung von Zygoten führen, die Phantasie der tatsächlichen Beobachtung etwas nachgeholfen.«

Mazé (123) tvrdí, že bakterie kořenových nádorků mají také formu a stadium »oospory«. Stadia větvení nejsou

---

[30]) mně známo pouze z citátu Lafar Handb. d. techn. Mykologie. Bd. 3. 1906. p. 54.

výrazem involuce, poněvadž kultury, v nichž tento organismus bere na se tuto formu, nečiní dojmu pathologičnosti, nýbrž právě dojem počátku vývoje k vyšší formě »oospory«, a domnívá se, že našel ve vývojovém cyklu tohoto organismu všechna přechodní stadia mezi bacillem a oosporou. Identifikuje pak tohoto mikroba direktně s organismem popsaným již od SAWAGEAU et RADAIS (kteří popsali pravou Aktinomyces).

Názor tento je přehnaný. Byť i dle mého náhledu tento organismus systematickým zařazením patřil někam do skupiny činící přechod k Aktinomycetům (snad před rod Corynebacterium Leh. Neum.), přece nelze ještě mluviti o pravé Aktinomyces. Název oospora je pak vůbec nesprávný, ježto v systematice botanické patří docela jinému organismu a byl chybně Francouzy používán v nomenklatuře Aktinomycetů.

NEUMANN (141), který vypěstoval pravé bakteroidy na umělých výživných substrátech, nepokládá je za mrtvé bílkoviny, sloužící rostlině k resorpci. L. c. p. 189 praví: »Daß dieselben (t. j. bakteroidy) jedoch nichts weiter als eine Art Übergangsform der Bakterien sind, also keine degenerierte Form, auch keine Involutionsform, sondern eine hochentwickelte, lebensstrotzende Form, die eine Menge von Bakterien zu gebären imstande ist, haben die Untersuchungen bewiesen.«

Vypěstované bakteroidy rozpadávaly se mu totiž ve 3—8 dnech v malé organismy podoby kokkovité, které naočkovány do vhodného výživného media, opět vyrůstaly v rozvětvené formy. (L. c. p. 201.) »Hieraus geht hervor, daß die verzweigten Formen Übergangsformen sind, und erst durch ihren Zerfall Bakterien werden.«

GINO DE ROSSI (158) též tvrdí, že bakteroidy nejsou formou degenerace, ani involuce, nýbrž další vývojový stupeň stadia tyčinkovitého. V určité periodě vývoje ovšem nastává vakuolisace (s p o r o i d n í t ě l e s a?), která se intensivně zvětšuje až do zániku.

BUCHANAN (23) rovněž je nepokládá za formy involuční. Morfologicky podobají se prý jak kvasnicím (?), tak bakteriím a zasluhují zvláštního systematického zařazení jako samostatný genus »*Rhizobium*«.

Fuhrmann konečně (58c) soudí, že bakteroidy nejsou involuční formou, a v ostatním přidává se k názoru Samieronovu, který praví, že nádorky jsou pathologickými útvary pravé plísně, která nemá s fixací dusíku nic společného.

Ještě zbývá zmíniti se o pracném a obšírném pojednání Peklově (147) o rostlinných aktinomykosách, práci to velice interesantní pro názory autorovy o významu t. zv. bakteroidů a systematickém postavení Rhizobia. Při pročítání této práce vidna je zřetelně snaha autorova zařaditi Rhizobia do příbuzenství Aktinomycetů; idea této možnosti nutí autora stotožňovati analogické znaky morfologické dvou skupin, jež dle dosavadních výzkumů za odlišné považovati nutno. Práce o Mykorrhizách zanechaly v mysli autorově představu aktinomykotického mycelia, která ho vede ku homologisaci heterogenních zjevů. Tak aspoň vyrozumívám jeho výkladu bakteroidů (l. c. pag. 463 e. sequ.); autor popisuje v nádorcích Vicia faba, Pisum sativum hort. a Robinia pseudacacia bakterielní masu tvořenou vláknitým organismem, silně granulovaným. Hlavně v nádorcích hrachu líčí detailně tyto poměry; l. c. pag. 464. »Im Verlauf der Fäden erschienen nämlich die erwähnten Körnchen vergrößert, bis sie die Gestalt von fast rechteckigen, die ganze Fadenbreite einnehmenden Gebilden angenommen haben. Sie kamen oft vereinzelt vor, manchmal folgten sie aber reihenweise, wie perlenschnurartig nacheinander. Sie färbten sich stark mit S-Fuchsin und Heidenhain. In der Form und auch in der Größe waren sie bei Pisum den »Arthrosporen« von den Intercellularmassen der Erlenanschwellungen ungemein ähnlich; nur darin unterschieden sie sich davon, daß zwischen ihnen keine Querwände in den Fäden gebildet waren.[31]) Sie wurden augenscheinlich durch Kontraktion des plasmatischen Fadeninhaltes gebildet[32]) auf ähnliche Weise, wie die sogenannten »Fragmentationssporen« bei den Streptotricheen resp. Aktinomyceten gebildet werden. In der Tat konnte ich mehrmals die zwischen ihnen verbliebenen Fadenreste konstatieren.«

---

[31]) mnou proloženo.

[32]) proloženo autorem.

Další moment, v němž odlišují se od sebe vlákna aktinomykotická (mykorrhizová) a rhizobií, spočívá dle autora v tom, že i vlákna, i jich fragmenty chovající arthrospory u mykorrhiz jeví zřetelnou membránu, kdežto — (l. c. p. 464). »Bei Pisum dagegen sahen die Fäden resp. die die Bakteroïdenreihen führenden Elemente wie nackt aus, und nur mittels Anwendung der Gentianaviolett — mit vorhergehender Tanninbeizung, wie ich sie auch zum Nachweis verschiedener Schleimsorten in den pflanzlichen Geweben zu benützen pflege — erschienen die zwischen den Fäden resp. den Bakteroïdenreihen liegenden Zwischenräume erfüllt von einem bläulich gefärbten Stoff. (Die innerhalb der Fäden zwischen den Bakteroïden verbliebenen Plasmareste färbten sich ebenso ein wenig schwächer.) Es war dies besonders gut in noch jungen Knöllchenpartien zu sehen.[31]) Offenbar unterliegen die Membranen (und zwar die primären, augenscheinlich stickstoffhaltigen Membranen) der Fäden, indem sie sich in den Knöllchen in einem flüssigen Medium befinden, einer frühzeitigen Verschleimung. Und dieser geringe Schleim läßt sich auch mit Gentiana nachweisen. In der Zeit verschwindet aber dieser Stoff, augenscheinlich unterliegt er der Resorption seitens der Wirtspflanze.«

Bakteroidy — (»l. c. p. 465 »Die Bakteroiden — Fragmentationssporen, oder nackte Arthrosporen, wie man sie per Analogiam zu den ähnlichen Gebilden bei der Erle nennen muß —«) se pak vyvíjejí dále, zveličují, posléze zdají se býti opatřeny membránou, a v nich dají se železitým haematoxylinem dokázati malá a větší zrnéčka. Brzy zmizí i partie mateřského vlákna mezi bakteroidy, tyto přiblíží se následkem toho k sobě, zveličí se »und bekommen, indem sie lückenlos aneinander gepreßt werden, was möglicherweise auch unter der Einwirkung der vergrößerten Centralvakuolen geschieht, die bekannte rechteckige Gestalt, so daß der ganze Raum zwischen der Centralvakuole und der Zellwand wie gefeldert erscheint.« V blízkosti vakuoly zhlenovatí zase endophytní elementy; dusíkatý hlen je resorbován rostlinou. Konečně zbudou pouze bakteroidy, ostatek je resorbován — l. c.

---

[31]) mnou proloženo.

p. 465. »Es findet diese Resorption auf Kosten der primären Fadenhüllen und der nach der Differenziation der Bakteroïden verbliebenen Fadenreste statt.«

Tuto resorbci extrabakteroidních partií rostlinou, které považuje autor za bohaté dusíkem, pokládá za vlastní process symbiotické assimilace dusíku atmosférického rostlinami motýlokvětými. Tento process resorbční může se opakovati, při čemž ztráty na dusíkaté hmotě vláken vzniklé resorbcí rostlinnou se kompensují sekundárními infekcemi nádorku novými vlákny infekčními.

Právě ony momenty, které vytýká autor jako differenciační známku mezi aktinomykotickými resp. mykorrhizovými vlákny a hypothetickými aktinomykotickými vlákny Rhizobia — totiž nedostatek přepážek a membrány — mluví s důstatek pro to, že Peklo považoval za plasmatické vláknité tělo rhizobia, v němž kontrakcí jednotlivých partií plasmatu vznikají bakteroïdy, čistý sliz, vylučovaný z těla bakteroïdů; tomu nasvědčuje i specifické barvení partií vlákna mezi bakteroïdy gentianovou violettí, jíž používá se ku barvení nejen slizu rostlinného, nýbrž i pouzder bakterií,[33]) a hlavně ta okolnost, že tinkce tímto barvivem jevila se nejlépe v mladých ještě partiích nádorku; autor vysvětluje to tím, že primární membrana vlákna předčasně zeslizovatí, dle mého názoru však nikdy membrána u těchto vláken neexistuje, a zbarvení gentianovou violettí již v mladých stadiích mluví zřetelně pro existenci hojného slizu bakterií ve vláknu infekčním.

Při vyšetřování nádorků rhizobielních nepodařilo se mi nikdy žádnými methodami zjistiti aktinomykotická vlákna, v nichž by se bakteroidy tvořily, ač též viděl jsem obrazy Peklem ve smyslu tom interpretované; jeho plasmatická vlákna si vysvětluji tím způsobem, že viděl sliz vyloučený bakteriemi sestavenými v řadách, jak za sebou se v řadě dělily (streptobacilly, které se po rozdělení od sebe oddálily, aniž by změnily svou polohu — longitudinální osu ve směru kol-

[33]) Nejobyčejnější methoda ku tinkci pouzder — methoda Johnova a její modifikace dle Friedländera, Nicolle, Ribberta (dle tohoto s Dahlií) a j. spočívají na barvení gentianovou violetí.

mém na dělení) a vyloučily sliz; takových řad v slizovém obalu může býti v infekčním vláknu více a hranice slizových obalů více řad, byť i se dotýkaly bezprostředně, zůstaly znatelné — napodobujíce jakousi membránu. Obrazy takové opětovaně jsem pozoroval. Periferní partie obalu slizového je patrně tužší nežli vnitřní partie obalu toho a proto v sebe nesplývá sliz dvou jedinců,[34]) jak možno se přesvědčiti na praeparátech specificky zbarvených bakterií s pouzdry (obyčejně tmavě zbarvené periferní partie dvůrků pouzder úplně v sebe nepřecházejí).

Rovněž tak jeví se mi nedoloženým důvod autorův, že nastává předčasné zeslizovatění primérních membrán vláken Rhizobia — »indem sie sich in den Knöllchen in einem flüssigen Medium befinden« (l. c.); je známo, že na vylučování slizu u bakterií (v našem případě specielně u Rhizobií) nesou lví podíl uhlohydráty,[35]) jak pěkně u Rhizobií dokázal mezi jinými Buchanan (23). Přesvědčil jsem se o tom též sám, že různé cukry vyvolávají u Rhizobia tvorbu mohutného slizu. V nádorcích patrně je postaráno rostlinou samou o hojný příliv uhlohydrátů Rhizobiím v podobě škrobu, který si asi bakterie diastatickým fermentem přeměňují v assimilovatelný cukr a tento pak podněcuje tvorbu slizu.[36])

Nedokázaným zůstává předpoklad existence různých druhů slizu u Rhizobií (l. c. p. 467. »Es scheint also nicht ein jeder von dem *Bacillus radicicola* produzierter Schleim stickstoffhaltig zu sein«), předpoklad to, mající účelem zachrániti theorii Peklovu a resorbci dusíkatého slizu u Rhizobia, vzniklého z primérních membran Rhizobia a plasmatických součástek vláken. Buchanan (23) totiž a j. zjistili, že slizovité produkty povahy dextrinovité povstávají u velikém množství po přidání různých uhlohydrátů a to přeměnou sekundárních obalů membrány Rhizobia, neobsahují vázaného dusíku a nemohou tudíž býti považovány za pro-

---

[34]) vyjímajíc jedince souvislé řady, vzniklé dělením z jednoho mateřského individua.

[35]) Hlava (86) na př. nalezl, že obyčejné pathogenní streptokokky tvoří v kulturách s vysokým obsahem cukru (18%) pouzdra.

[36]) Tomu nasvědčuje analogický nález Faberův (50), který zjistil u Mycobacterium Rubiacearum amylasu.

dukt dusíkové assimilace Rhizobia; povstávají zhlenovatěním pouzdra nebo vnější vrstvy buněčné blány bakterielní, kdežto jejich synthesa extracellulární je vyloučena. Důkaz uhlohydrátové povahy slizu zřejmě svědčí proti theorii plasmatického charakteru pouzdra nebo blány buněčné bakterií.

Nebude bez zajímavosti, uvedu-li ještě z literatury některé pokusy o umělém vypěstování bakteroidů na umělých výživných substrátech a o vysvětlení jich vzniku působením experimentálně stanovitelných faktorů.

V umělém prostředí výživném (na gelatině leguminosní se saccharosou) [37]) viděl poprvé bakteroidy Beijerinck (12b), na jichž vzrůstu jest prý viděti, že jsou to zkrácená sympodia. Laurent (105) 1890 dostal krásné bakteroidy v dekoktu leguminusovém, nebo v roztoku: 1000 g H_2O, 0·5—1·0 g saccharosy, maltosy, mannitu, dextrinu nebo glycerinu s 1·0 g K_2HGO_4 a 0·2 g $MgSO_4$. Pražmowski (151) popírá údaj Beijerinckův (l. c.), a to pouze z toho důvodu, že se mu nikdy nepodařilo na umělých substrátech konstatovati bakteroidy. V práci z r. 1900 tvrdí Stutzer (184a), že dostal bakteroidy v roztoku: 1000 g H_2O, 10 g glukosy, 1 g asparaginu, 1 g K_2HPO_4, 0·5 $MgSO_4$ a 0·5 g kyseliny jantarové. Místo glukosy osvědčily se mu též škrob a inulin, méně arabská gumma, saccharosa, cukr ovocný, laktosa a melassa; místo kyseliny jantarové dala se použiti kyselina mléčná (0·5 g) nebo citronová (v témž množství), nebo 0·75 g kyseliny vinné, nebo konečně 1 g kyseliny jablečné. V práci z r. 1901 Stutzer (184b) konstatuje příznivý vliv následujícího roztoku na tvorbu bakteroidů: Extrakt ze semen Leguminos, nebo mouka (10 g na 1000 H_2O) a 1% glukosy, $^1/_2$% saccharosy, nebo 2% inulinu. Asparagin účinkoval nepříznivě, bezvýznamnými pak byly kyselina citronová, uhličitan draselnatý, fosforečnan draselnatý, ledek a soli hořečnaté.

Smith (175) pěstoval bakteroidy v slabě kyselém roz-

---

[37]) Dekokt z rostlin + 1·5—2·0% saccharosy $\pm \frac{1}{30} - \frac{1}{10}$ g fosforečnanu draselnatého, nebo týž dekokt s 2% saccharosy a 8% gelatiny.

toku, obsahujícím rostlinný infus s 1% peptonu, 5% glukosy a 0·5% chloridu draselnatého.

Hartleb (75) udává jako nejlepší výživné medium pro tvorbu bakteroidů roztok: 1000 cm vody, 0·55 g kyselého fosforečnanu draselnatého, 12·5 g glukosy a 3·9 g asparaginu.

Hiltner (84a) očkoval do téhož prostředí, ale ve většině případů se mu tato půda neosvědčila pro rozmnožování, nýbrž pouze pro metamorfosu naočkovaných tyčinek v bakteroidy; pozoroval však kromě bujného rozmnožování bakterií též tvorbu bakteroidů v extraktovém roztoku z hrachu.

Týž autor v práci jiné (84b)[38]) se domnívá, že vznik bakteroidů obzvláště podporuje ledek, což však nepotvrzuje Neumann.

Tento badatel (141) podrobil celou řadu výživných substrátů k pokusům o vypěstování bakteroidů, a konstatoval, že tyto nevznikají na pevných výživných půdách. V tekutých výživných prostředích dostal velice pěkné bakteroidy, hlavně v lidské moči 3× zředěné vodou, v rostlinných extraktech, kořenových dekoktech, roztoku bílkovin z bobu svinského atd. Důležitým jest fakt konstatovaný Neumannem, že přísada ledku nemá pro tvorbu bakteroidů žádného významu, není však také škodlivá.[39])

Nejlepší medium pro tvorbu bakteroidů byla zředěná lidská moč (1 : 4, též 1 : 2 a 1 : 3).

Velice zajímavé jsou výsledky práce Hiltner-Störmerovy (85). Hlavní vliv na tvoření bakteroidů má dle nich v podstatě pramen uhlíku; nejpraecisněji dostaví se tvorba bakteroidů v kultuře s 0·1—1% glukosy spolu s tvorbou silně světlo lámajících a karbolovým fuchsinem nebo jodovou tinkturou intensivně se barvících těles. Z jiných uhlíkatých látek osvědčily se různé jiné cukry jako laevulosa (hlavně u bakterií z nádorků soje, účinkující zde lépe než glukosa), raffinosa, saccharosa, mannit a galaktosa. Zajímavo jest, že elektivita bakterií ohledně uhlíkaté potravy je individuelní, u růz-

---

[38]) cit. Neumann (l. c.) p. 195.

[39]) Hiltner (l. c. 84b) tvrdil totiž, že ledek sice tvoření hlízek brání, avšak tvorbu bakteroidů uspišuje.

ných druhů tvoří se bakteroidy za přítomnosti různých cukrů; z uhlíkatých sloučenin obsahujících též dusík se osvědčil nejlépe asparagin, ač daleko méně než cukry. Pepton zadržuje tvoření bakteroidů. Ledek v malém množství (0·05—0·5%) podporuje tvoření bakteroidů i za přítomnosti cukru i bez něho, při čemž plasmatická differenciace počíná tehdy, kdy je dusík ledkový z větší části již vyčerpán, právě jako u asparaginu. Zdá se tedy, že přítomnost dusíkatých sloučenin, které mohou býti bakteriemi assimilovány, zadržuje všeobecně při dostatečné výživě uhlíkaté tvorbu bakteroidů.

To úplně odpovídá mým pokusům u Bac. megatherium (viz I. díl), kde přítomnost dusíku v cukernaté půdě (masopeptonový agar + glukosa) způsobovala velice mohutný vzrůst a čilé rozmnožování bez tvorby zvláštních forem teratologických, kdežto na agaru pouze glukosovém byl vzrůst daleko chabější, za to však spousta spor a oněch zvláštních forem se sporoidními tělesy.

Podobně chovaly se autorům ve výživném mediu kaliumfosfáty (primární a sekundární); při přítomnosti cukru podporovaly množení bakterií, nikoli však tvorbu bakteroidů, která nastala teprve po vyčerpání kyseliny fosforečné a zastavení rozmnožování, a to pak intensivním způsobem; za nepřítomnosti cukru byly bez účinku na tvoření bakteroidů.[40])

I to musím na základě vlastních pozorování na svém bacillu potvrditi (viz I. díl). Některé organické kyseliny (hlavně jantarová) rovněž podporovaly tvorbu bakteroidů, kdežto naopak zase různé anorganické soli kalia a magnesia chovaly se passivně.

Süchting (186) neviděl rozvětvené bakteroidy nikdy na pevné výživné půdě; pouze tehdy, kdy pevný substrát výživný (1% extraktu rostlinného + 1% inulinu, roztok slabě kyselý) + 10% gelatiny nebo 1·5% agaru) byl přelit sterilní destillovanou vodou, byly nalezeny po 3 × 24 hodinách dlouhé, přímé nebo zakřivené nebo jednostranně zahrbatělé tyčinky, které po dalších 24 hodinách (u bakterií z Vicia faba) se větvily. Z toho soudí Süchting, že chemické látky výživ-

---

[40]) I. díl. str. 24—33.

né nejsou v žádném vztahu k tvoření bakteroidů. Z toho soudí dále SÜCHTING, že příčinu tvorby bakteroidů možno hledati ve dvou faktorech: 1. v nízkém tlaku kyslíku, který panuje v tekutých substrátech výživných (v poměru k pevným půdám), což by odpovídalo přirozeným poměrům v kořenových nádorcích, kde panuje rovněž menší tlak kyslíku než v atmosféře a 2. v produktech výměny látkové bakterií samých, které v tekutých prostředích jsou nějakým způsobem neutralisovány nebo odstraňovány. Skutečně prý také proto se netvoří bakteroidy na pevných substrátech výživných, ježto se tam hromadí tyto produkty výměny látkové bakterií, kdežto v tekutých mediích je postaráno o silné zředění exkretů. Konečně však přece i zde dospěje koncentrace těchto produktů určité hranice, kde působí škodlivě, a pro to prý mluví fakt konstatovaný NEUMANNEM a SÜCHTINGEM, že totiž po 8—14 dnech ubývá počtu bakteroidů — tyto se rozpadávají v tyčinky (»Schwärmer«). Rovněž mluví pro tuto theorii NOBBE-HILTNEREM konstatovaný vztah mezi tvorbou bakteroidů a assimilací dusíku; pokud nádorky assimilují dusík, obsahují bakteroidy a rostlina odnímajíc bakteriím jich exkréty tvoří pro ně příznivé podmínky pro tvorbu bakteroidů. Ojedinělé nálezy bakteroidů na pevných výživných substrátech vysvětluje SÜCHTING tím, že v zcela mladých kulturách, pokud nenastane hromadění produktů rozkladných, mohou se nějaké bakteroidy vytvořiti.

Názor SÜCHTINGŮV je velice jednostranný a přistřižený na tento jediný případ; kdyby byl SÜCHTING v úvahu vzal fysiologické poměry výživy a výměny látkové u ostatních bakterií, byl by jistě býval upozorněn na analogické poměry u jiných bakterií (tvorba t. zv. teratologických či involučních forem vzrůstových, heteromorfosy, chemomorfosy atd.); tam není závislá tvorba bakteroidů, za něž dlužno též tyto formy pokládati, na tekutosti media výživného, ba právě naopak.

Kromě toho mluví proti theorii SÜCHTINGOVĚ přímé experimenty. První theorie o nízkém tlaku kyslíku padá již tím, že se mi nepodařilo vypěstovati bakteroidy (ani normální bakterie) na substrátu zbaveném částečně nebo úplně kyslíku (dle methody BURRI-WRIGHTOVY). Proti druhé theorii o rozkladných produktech mluví ta okolnost, že netvoří se bakte-

roidy ani v tekutých prostředích, když není tam vhodných uhlohydrátů a solí.

Z celé další řady autorů, kteří pěstovali tohoto mikroba na umělých půdách výživných s nejrůznějšími přísadami, uvedu pouze Buchanana (23). Týž podrobil otázku aetiologie tvorby bakteroidů kritickému zpracování a dochází k zajímavým výsledkům: Na morfologické utváření podstatně má vliv výběr živin. Z organických kyselin jest to jantarová (jako sodnatá sůl), jež vyvolává nejen nejbujnější vzrůst, nýbrž i tvorbu bakteroidů nejrůznějších forem. Rovněž i glycerin předčí ostatní výživné látky v tomto směru, kdežto naopak asparagin nikoliv, a pepton dokonce působí rušivě na tvorbu bakteroidů. Z 15 různých zkoušených uhlohydrátů všechny příznivě působily na tvorbu bakteroidů, nejlépe mannit.

Jest vidno, že většina uvedených autorů přivádí v úzkou souvislost vliv uhlohydrátů s tvorbou bakteroidů a těles v nich. Hlavně zajímavá je kombinace více autorů Laurent (l. c.), Stutzer (l. c.), Hartleb (l. c.) a Hiltner (l. c.) — uhlohydráty + K_2HPO_4 —, která je úplně analogická s mojí kombinací při tvorbě teratologických forem u Bac. megatherium.

*

Nemůže býti sporu o tom, že bakterie symbioticky žijící s listy některých zelených rostlin, a které byly v poslední době podrobeny důkladnému studiu, jsou v úzkém příbuzenském svazku s jmenovanými bakteriemi kořenových nádorků u rostlin motýlokvětých. Tomu nasvědčuje již nápadný jich znak charakteristický, totiž tvoření bakteroidů a inklusí v nich.

Pokud se týká morfologického jich vyšetření ohledně bakteroidní formy a oněch vnitřních inklusí, jakož názorů o aetiologii a významu jich vznikání, jsou to pouze dvě poslední práce o tomto předmětě pojednávající, které zasluhují zvláštní zmínky.

První z nich z péra FABEROVA (50) pojednává o symbiotických bakteriích některých Rubiaceí,[41]) a je hlavně důležitá pro mikrochemické vyšetřování inklusí; na základě jich soudí FABER, že jedná se o látku bílkovinnou, nikoliv však o uhlohydrát nebo tukovou látku. Proti uhlohydrátům prý mluví ta okolnost, že se tělesa barví jodjodkaliem, kdežto uhlohydráty prý se nebarví,[42]) proti povaze tukovité mluví nebarvení se Sudanglycerinem a kyselinou osmičelou, dále že se barví anilinovými barvivy, což nečiní tuky; s bílkovinami mají společné, že se barví zkoumadlem Millonovým a Raspallovým, že rozpouštějí se v alkaliích a silných kyselinách, nikoliv pak v alkoholu, aetheru a chloroformu. Tinkce Millonovým reagens prý by mluvila pro látky proteinové, kdežto zase nerozpustnost v pepsinu pro nukleoproteidy. Rozhoduje se pak pro poslední; l. c. p. 324: »Nach alledem unterliegt es kaum noch einem Zweifel, daß die in den Rubiaceenorganismen vorkommenden Körnchen zu den Eiweißstoffen und zwar zu den Nukleoproteiden gerechnet werden müssen.«

Ohledně významu těchto inklusí jako orgánů spórových mluví FABER dosti opatrně; s »fragmentačními spórami« ROSENBLATTOVÉ (158) u acidoresistentních bakterií i s podobnými útvary, popsanými COPPENEM (33) v sesýrovatělých massách bakterielních phtisických kaveren prý je nelze identifikovati, ježto zrnéčka jím pozorovaná neklíčila ... l. c. p. 325 »was natürlich noch nicht gegen ihre sporenähnliche Natur spricht, da wir vielleicht ihre Keimungsbedingungen noch gar nicht kennen.« Resistenci vůči vyšším teplotám však u nich rovněž nepozorоval, ježto odumírala spolu s bakteriemi při 50° C.[43])

FABER pozoroval u bakterií jím popsaných docela stejnou tvorbu rozvětvených bakteroidů jako jest popsána u

---

[41]) Viz můj souborný referát — AMBROŽ — Symbiosa bakterií s listy zelených rostlin. (PRESLIA — Věstník České botanické Společnosti 1914, p. 31—40.)

[42]) To ovšem není správné, ježto jodjodkalia užívá se právě k specifickému barvení g l y k o g e n u, který se barví intensivně červenohnědě.

[43]) Stejně jako sporové útvary, popsané ROSENBLATTOVOU a COPPENEM.

Rhizobií rostlin motýlokvětých; stejně jako u těchto konstatoval řídké větvení na pevných půdách výživných, okolnost, již vysvětluje analogickým způsobem jako Süchting (l. c.) u Rhizobií, t. j. hromaděním se rozkladných produktů, o jichž bližší podstatě ničeho netvrdí; v listových nádorcích stará prý se pletivo o jich odstraňování; tyto rozkladné produkty dokonce mohou býti rostlině prospěšny: l. c. p. 326 — »ja es ist sogar wahrscheinlich, daß diese Stoffe für die Pflanze sehr nützlich sind. Es wäre doch leicht denkbar, daß der von den Bakterien gebildete Schleim, den wir in den Kulturen so reichlich entstehen sehen, von der Pflanze aufgenommen wird; solche Schleime sind meist sehr stickstoffhaltig. In den Knoten finden wir im Gegensatz zu den Kulturen keinen Schleim.«

Něco analogického tvrdí o Rhizobiích i Peklo (147).

Dle mého názoru netřeba přikládati resorbci hlenu rostlinou takové důležitosti, jako spíše oněm rozkladným produktům, které jistě budou povahy dusíkaté. Jak bylo již dříve vytčeno, údaje z literatury mluví právě naopak o uhlohydrátové povaze hlenu bakterielního.

Co se týká větvení bakteroidů Faberových, jež kollektivně nazval *Mycobacterium Rubiacearum*, přichází k analogickým resultátům jako Miehe u Mycobacterium tuberculosis. Většina rozvětvených forem je větvení nepravé, vznikající tím způsobem, že tyčinka se rozdělí ve dvě dceřinné polovice, z nichž jedna se ohne a roste dále ve směru druhého individua. Tohoto nepravého větvení je převážně více, nežli pravého, které vzniká vypučením větvičky z knoflíčkového zduření po jedné straně individua.

Velice důležitá jest hlavně z fysiologické stránky práce Mieheova (129c) o organismech vypěstovaných z listových nádorků *Ardisie-Bacillus foliicola* a *Bacterium repens*. S interpretací však morfologických útvarů, nás v této práci interessujících, se nesrovnávám.

Tak v první řadě považuje Miehe inkluse v těle bakteroidů, které tyto organismy tvoří dle jeho popisu a vyobrazení, za vakuoly. Některá individua byla jimi přecpána a silně zduřelá, často viděl zduřelé formy obsahující jen nepatrné zbytky plasmatu, anebo již jen prasklé téměř prázdné obaly

po bakteroidech. Zbarvením daly se tyto poměry velice dobře zjistiti. Interpretace tohoto zjevu je následující: l. c. p. 10. »Die Erscheinung ist nicht anders aufzufassen als ähnliche bei größeren Pflanzenzellen. Wie bei jenen wird das ursprünglich dichtere Plasma der jungen Zellen später bei Wachstum von Vakuolen durchsetzt, die sich allmählich vergrößern. Wir haben also hier starke Größenzunahme, verbunden mit Ausdehnung der Safträume. Inwiefern nun die Formänderungen damit in Zusammenhang stehen, ist eine Sache für sich.«

Proti tomuto výkladu nutno však uvážiti, že nedostačuje k posouzení nějakého optického obrazu jako vakuoly okolnost, že při obyčejném barvení objeví se nezbarvená partie; stejným právem mohla by se nazvati i spóra vakuolou. Kromě toho souvislá řada vývojových stadií nasvědčuje tomu, že v mladších stadiích se mladé a malé tyto »vakuoly« intensivně barví, a teprve se zveličováním dimensí ztrácejí na schopnosti barviti se obyčejnými methodami tinkčními; dále, je viděti vedle prasklých individuí a prázdných obalů i ony lesklé koule a hroudy, zbylé po rozpadu těl. Kromě toho jest nutno fysikálními encheiresami se přesvědčiti o vakuolové povaze atd. Nesprávnou Mieheovu interpretaci si vysvětluji tím způsobem, že optický zjev nezbarvených kulatých partií v zduřelých individuích vyvolal v něm jako botaniku obraz rostlinné buňky, u níž lumen přerváno jest provazci proudícího protoplasmatu v podobě prázdných ok, jak možno vyčísti z jeho citátu (l. c. p. 10)... »Die Erscheinung ist nicht anders aufzufassen als ähnliche bei größeren Pflanzenzellen: Wie bei jenen wird das ursprünglich dichtere Plasma der jungen Zellen später beim Wachstum von Vakuolen durchsetzt, die sich allmählich vergrößern.«

Rovněž tak mylně považuje tyto formy za »involuční formy« v nejvšeobecnějším smyslu.

*

Jak vidno z uvedené literatury, přikládán abnormálním tvarům bakteroïdů a i inklusím v nich nejrůznější význam.

Pokud se týká oněch zrnéček, soudím, že jedná se o hmotu analogickou hmotě dříve popsaných »těles sporoidních«. Výživné látky, z nichž tento mi-

krob tvoří tato tělesa, dodává mu hostitelská rostlina. V jaké podobě, nevíme, ale je pravděpodobno, že asi ve formě nějakého uhlohydrátu (snad škrobu). Skutečně také zjistil Fäber l. c. v uzlících bakterielních škrob, který mizel působením bakterií a v umělé kultuře zjistil u těchto bakterií amylasu, pomocí jíž bakterie škrob redukují. Jakým způsobem dále přeměňují cukr v sporoidní tělesa, nevíme, avšak lze souditi, že se to děje stejným způsobem jako u ostatních bakterií.

Bakteroidy lze považovati za teratologické formy vzrůstové, vzniklé irritací plasmatu bakterií nějakými chemickými látkami, vylučovanými hostitelskou rostlinou, čemuž nasvědčují experimenty některých badatelů, kterým se podařilo v umělé kultuře různými chemickými substancemi vyvolati tvorbu bakteroidů.

Ohledně systematického postavení soudím, že není žádné překážky, aby tento organismus byl zařaděn do skupiny, spojující bakterie s aktinomycety, jako to učinil Jensen (90), který přímo navrhuje zařazení tohoto mikroba mezi bakterie a aktinomycety, jako rod Rhizomonas.

*

Morphologicky a biologicky zajímavou skupinou bakterií jsou *Mycobacteriaceae* Miehe-Kruse, s rody *Mycobacterium* a *Corynebacterium*.[44])

Vzhledem ku zvláštní struktuře jich těla, jakož i zvláštním morfologickým variacím jich podoby (všeobecně známým a popsaným v literatuře) studoval jsem je též částečně a předkládám výsledky svých studií, které hodlám během doby rozšířiti.

Důvody pro to, abych si této skupiny všiml blíže, bylo srovnání t. zv. metachromatických těles a jiných granulací popsaných pod různými jmény a s různým výkladem u těchto mikroorganismů s útvary podobnými u ostatních bakterií a studium jich ramifikace.

---

[44]) Ohledně systematického postavení a vymezení viz mé rozdělení — Ambrož — Schizomycetes v Jandově Illustr. přírodopise, Praha 1914. Díl III.

Již R. Koch pozoroval 1884 při pozorování tuberkulosních bakterií za živa často malá, silně se lesknoucí zrnéčka, která při barvení zůstávala nezbarvená v podobě prázdných, nezbarvených mezer, a která zprvu pokládal za spóry. Později celá řada badatelů zjistila tyto granulace; Babès (8) nalezl dvojitým barvením »metachromatická tělíska«. Již Ehrlich (45) pozoroval, že určité partie těla tohoto mikroba déle vzdorují odbarvování kyselinou dusičnou než ostatní tělo, což potvrdila celá řada jiných autorů; zrnéčka tato barví se horkým Ziehl-Neelsenovým karbolovým fuchsinem a neodbarvují se kyselinou — čili jsou — jak se říká — acidoresistentní. Michaelidès (128) a po něm hlavně Much (134) (tento zvláštní modifikací Gramovy methody barvení), zjistili u těchto bakterií zrnéčka, jevící zvláštní affinitu k směsi barviva dotyčného + jodu, a Much dokonce tvrdí, že zrnéčka barvící se jeho methodou jsou podstatně různá od zrnéček barvitelných Ziehl-Neelsenovým fuchsinem; Behring (11) se domnívá, že tato Muchova zrnéčka jsou morphody charakteru »Babes-Ernstových zrnéček«. Much jde dokonce tak daleko, že tvrdí existenci forem tohoto bakteria, sestávajících pouze z jediného tohoto zrnéčka, nebarvitelného Ziehl-Neelsenovým fuchsinem, z kterého pak vznikají na umělých prostředích výživných znovu nová individua, barvící se fuchsinem Ziehlovým. Pravděpodobně odpovídají tato ojedinělá granula Muchova rozpadovým tělesům Mykobakteria, a formám popsaným Spenglerem (177) jako »Tuberkelbacillensplitter«, jež Spengler pokládal za spóry. Za produkty rozpadu pokládají tato volná zrnéčka Geipel (61) a Schulz (167),[45]) rovněž Behring (l. c.), který tvrdí, že tato volná zrnéčka povstávají z těl bakterií bakteriolysou podobně jako »Pfeifferova granula« a jich rozpadové produkty z cholerových vibrionů. Naproti tomu tvrdí Wirths (200), že tato granula jsou virulentní formou vývojovou a tvoří nejresistentnější formu Mykobakteria, a že tvoří pouze přechod mezi tu-

[45]) Schulz dokonce se odvažuje z množství vyskytování se těchto granulí ve sputu dedukovati na prognosu onemocnění; při obratu k lepšímu pozoroval ve sputu hojně těchto ojedinělých granulí, zatím co mizely bacilly, barvící se Ziehlem.

berkulosními bacilly, barvícími se Ziehl-Neelsenem a Gramem; rovněž Schottmüller (165) je nepokládá za formu degenerativní.

Neschází ani názorů o spórové povaze různých těch zrnéček, zbarvených různými methodami. Levy (108) tvrdí, že o »klassických« spórách nelze mluviti, ježto nejsou thermoresistentní a srovnává je se spórami Aktinomycetů; Coppen-Jones (33) srovnává je s chlamydospórami Mucorineí. Cornet a Kossel (34) vyslovují se o granulích tuberkulosních bakterií následovně: l. c. p. 404. »Meiner Ansicht nach sind die Granula nicht als Sporen oder dgl. anzusehen, sondern die Tuberkelbacillenzelle enthält Substanzen verschiedener chemischer Zusammensetzung, die sich gegenüber den verschiedenen Farbstoffen nicht gleich verhalten und die, zunächst mit einander innig gemischt, sich beim weiteren Wachstum der Zelle voneinander trennen. Die Eiweißnatur der grampositiven Granula ist jedoch mehr als zweifelhaft; vielmehr spricht manches dafür, daß sie zu den fettähnlichen (lipoiden) Bestandteilen des Bacillenleibes gehören.«

Co se týká mých nálezů, mohu uvésti následující: Mykobakterium tbc. tvoří známé tyčinky, které obsahují granula acidoresistentní a grampositivní. Dříve uvedenou methodou na sporoidní tělesa se nebarví,[46]) jak ostatně se dá předpokládati, ježto se tyto mykobakterie obyčejným způsobem nebarví. Pouze když místo obyčejného fuchsinu zředěného použil jsem fuchsin karbolový (Ziehl-Neelsenův) a nechal působiti s jodjodkali celou minutu, zbarvila se mu granula uvnitř bakterií, avšak obraz byl četnými sraženinami pokrývajícími celé pole zorné velice nejasný.

Běželo tedy v prvé řadě o to, odstraniti nějakým způsobem těžkou barvitelnost bakteria, podmíněného dle autorů voskovitou hmotou, kterou je celé tělo impraegnováno.

Z literatury je mi známo, že Grimme (68a) zbavil Mykobakteria acidoresistence třídenním působením 0·5% HCl nebo

---

[46]) pouze některá individua se barví, čehož příčinu prozatím jsem nebyl s to stanoviti; ostatně existují v literatuře údaje, že některá stadia nejsou acidoresistentní (— Kruse l. c. pag. 44); Babes (8.) nalezl, že v starších kulturách barví se Tbc. bacilly snadno konc. methyl. modří.

10minutovým působením Eau de Javelle; ARONSON (7) zbavil je acidoresistence i gramresistence trichloraethylenem. Mně podařilo se zbaviti tuberkulosního bacilla acidoresistence tím, že jsem partikuli kultury zavařil 1 minutu v antiforminu nebo alkoholickém louhu; praeparát z této kultury barvil se okamžitě fuchsinem i zředěným, ale přes to jevil ještě granulosní differenciaci v tělech mikrobů. Tělo barvilo se diffusně červeně (resp. růžově) a uvnitř byla tmavočerveně zbarvená granula, která při posunutí tubu vzhůru mikrometrickým šroubem trochu lámala světlo.

Daleko lépe je viděti tuto granulaci, když barvím bacilly jmenovanou methodou praeparované methodou na sporoidní tělesa (fuchsin + JJK); tu pak objeví se nám krásně červená granula v špinavě žlutavém těle bakterií.

Jednotlivá individua v kultuře a na praeparátu jeví značnou variabilitu formy a velikosti; tyčinky, většinou podoby čárky obloukovitě zakřivené jsou někde tak silně prohnuty, že činí dojem přelomených útvarů (viz tab. VII., obr. XVII. 17, 18); jinde jest prohnutí povlovné a bakterium činí dojem vibrionů a spiril (tab. VII., XVI., obr. 2, 3a, d, e, f, 10, 11, 12 a hlavně 13).

Rovněž množství a lokalisace granulí varíruje; od individuí s jedním zrnéčkem uprostřed nebo na pólu můžeme nalézti celou stupnici až do množství vyplňující celé tělo bakteria, takže činí pak dojem řetízku kokků. Zajímavá jest okolnost, že i velikost granulí značně kolísá; některá granula zdají se přesahovati tlouštkové dimense individua, a tu zvláště jsou pozoruhodny obrázky (tab. VII. XVI. obr. 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 17 a 18), kde největší zrnéčko nalézá se právě v ohybu bakteria. Když srovnáme tyto obrázky s obrázky 21 a—d, schválně vedle sebe sestavenými, tu napadne ihned, že velké granulum je prvním naznačením budoucí větvičky; budoucí větvení naznačuje někde dobře i prohnutí tyčinky. Vyslovené větvení pozoroval jsem v kulturách na glycerinovém agaru dosti často: obr. 20, 21 b, c, d, e dostatečně potvrzují tento úkaz. Jest zajímavo, že process ramifikace děje se zde stejným způsobem, jako u Rhizobií, t. j. vypučením zrnéčka v hrboulek a větvičku. Obr 14—16 zase ukazují zřetelně na tvoření kyjovitých stluštěnin tak často u tohoto mikroba pozorovaných;

tyto kyjovité stluštěniny jsou v kultuře velice hojné, a to i v mladých stadiích vývoje.

Již z tohoto předběžného vyšetřování těchto granulí v těle Mykobakt. tuberc. odvažuji se souditi, že i tato tělíska jsou analogon sporoidních těles u jiných bakterií, která ovšem chemicky valně se liší od těles popsaných u mého bacilla, avšak v podstatě jsou téhož charakteru; jich intensivní resistence vůči barvení podmíněna jest impraegnací nějakou voskovitou látkou, která dá se extrahovati antiforminem (jak svrchu uvedeno), načež dají se barviti methodami na naše sporoidní tělesa.

*

Applikací specifických method a nálezů na jiných bakteriích na vývojový cyklus *Corynebacterium diphtheriae* jsem přišel k potvrzení svého předpokladu, že zvláštní tělíska uvnitř bakterií (obyčejně popisovaná pode jménem »Babes-Ernstových metachromatických tělísek«) představují nám analogon »těles sporoidních« u ostatních bakterií.

Tento mikrob představuje v normálním stavu tenké tyčinky, délky i šířky dosti variabilní, obyčejně čárkovitě zprohýbané. Zajímavý jest fakt, že tvoří tento mikrob již v mladých kulturách (jak jsem pozoroval ku př. na glycerinovém agaru někdy již po 24 hodinách) značné množství kyjovitých ztluštěnin terminálních, které dle údajů v literatuře dají se konstatovati u zdravých lidí, u rekonvalescentů a v starých kulturách; Neisser a Gins (140) je pozorovali již v docela mladých kulturách (6hodinových), naočkovaných direktně z čerstvých difterií jícnových.

Mikroskopický obraz mladé kultury je asi následující: Malé i delší tyčinky, více méně zprohýbané jako vibrio, tu a tam naznačené tvoření kyjovité ztluštěniny. V starších kulturách jsou kyjovité ztluštěniny již vyslovené, a někde lze viděti bakteroidní útvary, jinde vřetenovité formy (krátké tyčinky, ztluštělé uprostřed), nebo tu a tam dlouhé tyčinky s kulovitou nebo vřetenovitou zduřeninou uprostřed, nebo blízko pólu, nebo konečně na pólu samém. Kyje terminální mohou dosíci někdy značných dimensí. Tinkcí na t. zv. »pólová zrnéčka« dostaneme u čerstvých kultur tato zbar-

vená, kdežto později zřídka. Za to dají se zbarviti zrnéčka v celém obsahu na př. Loefflerovou alkalickou modří metachromaticky; dle stáří kultury a vývojového stadia dotyčných individuí zbarví se jedno i více zrnéček, jichž lokalisace je různá ((buď jedno na pólu, nebo ve středu individua, nebo pouze ve středu individua bez kyjovité polární zduřeniny, nebo 3 zrnéčka po jednom na pólech a s jedním uprostřed, nebo konečně je celé individuum vyplněno řadou zrnéček, takže při delších individuích dostaneme obraz řetízku kuliček uvnitř obalu); velikost zrnéček rovněž velice varíruje, některá třeba i přesahují dimense šířkové individua. Zajímavé jsou poměry této granulosní differenciace u kyjovitých forem; tu obyčejně jedno větší zrnéčko nachází se uvnitř kyje. Kde máme již typické větvení, máme obrázky úplně analogické s oněmi popsanými u bakteroidů t. zv. Rhizobií; nejenom tvar ramifikace s kyjovitými ztluštěninami, nýbrž i lokalisace zrnéček v terminálních útvarech kyjovitých a pod úhlem ramifikace nám podává obraz bakteroidu, který ještě více vystoupí zbarvením silným jodjokaliem nebo mojí methodou na reservní tělesa sporoidní. (Viz různé obrázky na tab. VII. obr. XVI.b.) Barvením na spóry dají se některá z těchto zrnéček ve starších kulturách rovněž zbarviti positivně, což ovšem nikterak nesvědčí ještě pro jich identifikaci se spórami za jaké je mnozí autoři považovali.

V staré kultuře možno pozorovati rozpad v tato zvláštní tělesa. Poměry tinktorielní jsou zcela analogické jako u rozpadových těles jiných bakterií. Ve zbytcích těl bakterií, které se barví silným jodjodkaliem již jen slabounce žlutě, jsou veliké koule různé velikosti a tvaru, barvící se tmavohnědě tímto roztokem, mojí methodou na tělesa sporoidní pak v bezbarvém individuu a ostře vyznačených membránách barví se krásně červeně. Rozpadlá již tělesa barví se tímto silným roztokem JJK některá tmavohnědě, některá pouze světle žlutě, a tato lámou více světlo. Tvar jich zřejmě nasvědčuje jich osudu, jakožto těles propadlých úplnému odumření — více méně nepravidelné hroudy — a není je možno již ex aspectu považovati za spóry (viz tab. VII., obr. XVI.c). Rovněž methodou tinkční na tělesa sporoidní barví se ne všechna tato tě-

lesa červeně, většina je téměř bezbarvá s nádechem do špinavě žlutava.

Z literatury znám jest mi jeden údaj o tvoření abnormálně velikých těchto těles u Corynebact. diphtheriae. Trautmann a Dale (190) vypěstovali mezi typickými kmeny tohoto bakteria z pseudomembrán též pět kmenů atypických, které rostly na Loefflerově seru velice pomalu a hned z počátku tvořily »metachromatická zrnéčka« velkých dimensí. Časem tyto kmeny, hlavně častým přeočkováváním na čerstvý substrát výživný, se zvrhly v typické Corynebact. diphtheriae. Po 48 hodinách byla již těla bakterií málo patrná, a pole mikroskopu bylo plné zrn groteskní podoby (hruškovité, okurkovité) a velikosti až červených krvinek. Tato tělesa barvila se Loefflerovou alkalickou modří metachromaticky a Gramem černomodře.[47]) Autoři vysvětlují vznik a aetiologii těchto abnormálních zjevů následovně: l. c. p. 142. »Wir haben es also mit echten Diphtheriestämmen zu tun gehabt, die sich von der menschlichen Schleimhaut nur schwer an Loeffler-serum oder Agar gewöhnten. Das starke Bildungsvermögen für metachromatische Körnchen sind wir geneigt, als eine ökonomisch-arterhaltende Einrichtung der noch ziemlich obligat-parasitisch veranlagten Formen zu betrachten.« Tato tělesa prý nelze srovnávati s byť i sebe intensivněji vyslovenou tvorbou zrnéček t. zv. forem typických; ... l. c. p. 143. »Aber selbstverständlich sehen auch wir in der atypischen Form nur einen Gradunterschied, bedingt, wie schon gesagt, durch das Bestreben, sich durch die Körnchenbildung auf den wenig zusagenden Nährböden der Aussenwelt zu behaupten. Mit zunehmender Anpassung fällt mehr und mehr die Körnchenbildung.«

Jest jisté, že autoři měli před sebou hyperprodukci těles sporoidních, o níž jsem mluvil nahoře, značící poslední stadium vývojové, vedoucí k odumření. Není mi jasno, proč tato hyperprodukce těles sporoidních má býti »arterhaltend-ökonomische Einrichtung«; jen tehdy měl by tento výklad opráv-

---

[47]) Bakterie byly při tom virulentní, a i zkoušky serologické byly typické pro pravé Corynebact. diphtheriae.

není, kdyby tato tělesa byla orgány, sloužícími k udržení druhu na způsob spor, což ovšem se dá zde vyloučiti.

O významu zrnéček v těle tohoto bakteria jsou v literatuře mnohé údaje, které si navzájem odporují.

Ernst (49) považuje zrnéčka u *Corynebact. xerosis* (příbuzného bakteriu diphtherie) a u jiných bakterií zbarvená Loefflerovou modří nejprve za tělesa sporogenní — jakýsi předběžný stupeň sporogenesy, později za části hypothetického jádra. Babes (8) tvrdí, že jeho »metachromatická tělesa«, kteréhožto názvu prioritu hájí proti Ernstovi, sestávají z hmoty chromatinové, analogické hmotě jaderní, a která jsou v úzkých vztazích k dělení a hlavně k tvorbě spór. Neisser (139) považoval je též za endogenní spóry. V monografii o diphtherii z r. 1913 praví Neisser & Gins (140), že nejedná se o spóry, nýbrž o zrna, jichž povahy sice dosud neznáme, která však jsou v nějakých vztazích k pochodům dělení, což vysvítá hlavně z jich zvláštní lokalisace (ve středu tyčinky a na pólech). Tato zrnéčka, nejčastěji na pólech se objevující, a to již v poměrně mladých kulturách, jsou tak konstantním zjevem, že považují se za differenciálně-diagnostickou známku tohoto mikroba od jemu podobných pseudodiphtheritických; existuje již také celá řada receptů na specifické zbarvení, z nichž nejlépe se osvědčuje recept Neisserův, modifikovaný Ginsem [48]) (octová methyl. modř + Lugol s kys. mléčnou + chrysoidin). Ježto se mi podařilo barviti tato zrnéčka též methodou na reservní tělesa sporoidní, a kromě toho dají se barviti methodami na metachromatická tělíska, jsem toho názoru, že zde jedná se zase o analogická tělesa sporoidní, která mohou chemicky se lišiti pouze graduálně od oněch sporoidních těles u jiných bakterií,[49]) že chemická různost jich není podstatná, nýbrž pouze individuální, jak jsem se zmínil již dříve (str. 7). Tomu nasvědčují i jich vývojová stadia, neboť v pozdějších stadiích se zveličují a bývají uložena ve zduřelých partiích

[48]) Neisser Gins l. c. p. 944.

[49]) čemuž nasvědčuje specifické zbarvení určitými methodami.

těla bakteria (v kyjovitých ztluštěninách terminálních nebo v ztluštěninách v průběhu individuí), právě jak jest tomu i u jiných bakterií, a dají se analogicky barviti jako pozdější vývojová stadia sporoidních těles u jiných bakterií.

*

Podobné poměry jsou u *Corynebact. mallei.* Normálně tvoří tento mikrob tyčinky prostředních dimensí, kromě toho i v mladých kulturách malá, téměř kokkovitá individua, nezřídka za zvláštních poměrů výživných a vývojových dlouhá vlákna, po př. ramifikované tyčinky a filamenty.

Co se týká vnitřní differencované granulosní struktury, považuje ji Loeffler za známku degenerace, Bonome & Vivaldi (l. c.) považují mezery (partie se nebarvící) za vakuoly, Semmer (171)[50]) se domnívá dokonce, že tyto dutiny jsou vyplněny hlenovitou nebo kolloidální hmotou, jiní vidí v zrnité differenciaci protoplasmatu počátek tvorby spor atd. Dle Wladimiroffa (l. c.) nejedná se ani o degeneraci, ani o počátky sporulace, nýbrž barvení differencované (elektivní) jednotlivých partií je výrazem nestejnoměrného charakteru a hustoty jednotlivých partií protoplasmatu a následkem toho různé affinity k týmž barvivům. Granulace tyto jsou různé velikosti, počtu a lokalisace. V starých kulturách nacházejí se malá, intensivně se barvící zrnéčka, buď již isolovaná nebo uvnitř zbytků těl bakterií nebarvitelných v podobě stínů. Schultzová a její žák Rothert,[51]) kteří studovali tyto věci u více druhů mikrobů, jsou přesvědčeni, že se jedná o zhuštěné nebo scvrklé partie protoplasmatu, které se tvoří v bakteriích za nepříznivých podmínek životních, a které v této formě měsíce, ba i léta přetrvávají, aby za příznivých podmínek opět oživly. Wladimiroff (l. c. p. 1080) se domnívá, že zrnéčka v Corynebact. mallei jsou stejného charakteru a významu, jak prý se sám přesvědčil; nová kultura vzniklá z těchto zrnéček zdá prý se však seslabená ve svých vitálních vlastnostech (typické tvoření kolonií, virulence); v tomto

---

[50]) cit. dle Wladimiroff — Malleus, in Kolle-Wassermann Handb. d. pathog. Mikroorg. II. verm. Aufl. Bd. V. 1913. p. 1079,

[51]) ibidem p. 1078.

případě jedná se prý tedy »um eine Dauerform besonderer Art«, která však s pravými spórami nemá nic společného (ani resistenci vůči vysokým teplotám, ani tinktorielní vlastnosti spór).

Tělíska, tvořící se uvnitř bakterií, pokládána byla některými autory též za pravé spóry; tak ku př. Brazzola (21) považuje za pravé endogenní spóry tělíska ve starých kulturách, Baumgarten (10) tělíska starších kultur barvící se dle Neissera červeně, Preusse tělíska barvící se karbolovým fuchsinem v kulturách bramborových, pěstovaných při vyšších teplotách atd. Proti tomu však je zase celá řada autorů (Loeffler, Kitt a j.), kteří popírají pravou sporulaci.

Jest jisto, že útvary různými autory za spóry Corynebact. mallei pokládané jsou různá vývojová stadia jednoho a téhož útvaru t. j. metachromatických těles Babes-Ernst-Guilliermondových, jichž poslední vývojové stadium představují reservní tělesa sporoidní, jak jsem se zmínil již dříve u tuberkulosy a diphtherie.

To potvrzují mé vlastní experimenty konané na tomto mikrobu, úplně shodné s oněmi, které jsem konal též na Corynebact. diphtheriae. Krásné obrazy větvení na bramborových kulturách podává Babes (8).

Teratologické tvary vzrůstové. — Heteromorphismus.

Jak jsem již v prvém dílu své práce podotkl, koinciduje vývoj těles sporoidních s dobou morfologické metamorfosy mých bacillů. Totéž platí i o sporoidních tělesích popsaných v literatuře od různých badatelů.

Tyto abnormální tvary u bakterií mají již celou literaturu a nebude od místa zmíniti se o různých těch názorech v příčinosloví těchto zajímavých úkazů.

Tyto morphologické změny a úchylky od normální formy, dostavující se v životě mikroorganismů velice často z příčin známých i neznámých a konstantně za týchž okolností, daly různým badatelům podnět k nazývání těchto mikroorganismů pleomorfními. Výrazu polymorphismu u bakterií bylo již od počátku pěstování bakteriologie používáno neprá-

vem; stačí poukázati z hojné literatury na názor Nägeliho, Zopfa, Buchnera a Billrotha, dle nichž jednotlivé specie bakterií vzájemně v sebe přecházejí. Teprve Cohn první dal podnět k upuštění od tohoto názoru a k přijetí konstance forem. Vinu na chybných názorech dříve jmenovaných badatelů nesla hlavně nedostatečnost tehdejší techniky bakteriologické; a když již konečně dospěli jsme po dlouhém bádání k vytvoření monomorfního systému u bakterií, tím spíše jest litovati, že vyskytnou se publikace toho rázu, jako v r. 1907 práce Dunbarova (44), který opět starý a zapomenutý pleomorfismus vynáší na světlo a tvrdí na základě »exaktních« pokusů, že z buňky řasové vytvářejí se bakterie, kvasnice a plísně.

Dle názoru Migulova (Lafar's Handb. d. techn. Mykol. Bd. I. p. 47) dlužno k vyvarování zmatků nazývati nějaký organismus pleomorfním pouze tehdy, když u tohoto přicházejí anebo aspoň mohou přicházeti různé a uzavřené v sobě cykly vývojové, jako na př. u Uredineí. Tím ostře odlišíme též od sebe pleomorfismus a variabilitu, která pak nám značí dle Pringsheima (l. c. p. 26) pleomorfismus, ležící uvnitř přirozeného vývojového cyklu mikroorganismů. Totéž jinými sice slovy praví Kruse (Flügge's Mikroorganismen I. Teil 1896. p. 77); morfologický základní zákon konstance forem vyžaduje některých vysvětlivek... »die teilweise darin begründet sind, daß die morphologischen Begriffe: Kugel, Stäbchen, Schraube, gewisse Übergänge zulassen, teilweise dadurch nötig werden, daß in die reguläre vegetative Entwicklung der Bakterien Zustände eingeschaltet sind, die entweder besonderen physiologischen Zwecken dienen oder pathologischer Entstehung sind.«[52])

S ohledem na zvláštní morfologickou variabilitu mého pokusného objektu poukáži v následujícím na některé literární údaje o aetiologii tohoto zjevu. U bakterií jest již dávno známa dalekosáhlá plasticita morfologických znaků a to nejenom forem vegetativních, nýbrž i spór. Tyto morfologické změny

[52]) Mnou proloženo.

jsou však jenom dočasné a přechodní, závislé od životních podmínek, v nich obráží se direktně poměry životní dotyčného mikroba; jakmile přestane působiti faktor je vyvolávající, zmizí tyto změny. Význam změn těchto pro systematiku spočívá jen v tom, že v jistých případech dá se jich použiti jako jednoho ze znaků diagnostických, ježto se konstantně dají určitými encheiresami u určitých mikrobů vyvolati a to v určitém směru. Skutečnost ta byla také některým badatelům podnětem k systematickému studování tohoto zjevu. Jiná část badatelů studovala tyto zjevy v souvislosti s theoriemi vývojovými a docházela k dalekosáhlým, někdy i fantastickým dedukcím.

Již v starší literatuře setkáváme se s celou řadou údajů o abnormální variabilitě vnější formy u bakterií a různým výkladem tohoto zjevu.

Tak pozoroval r. 1879 HANSEN (74a)[53]) nafouklé zvláštní formy při vývoji *Bacterium aceti.* PRAŽMOWSKI (151a p. 37) nalezl častěji v bujných a přístupu vzduchu vystavených kulturách *Clostridium Polymyxa* zvláštní zduřené a vlnitě zprohýbané formy s hyalinním obsahem a bez jakéhokoliv článkování (l. c. Tab. II. fig. 6); kromě toho pozoroval u téhož mikroba, jehož kultura vzata byla z thermostatu a po 3 týdny chována při obyčejné temperatuře pokojové, mezi normálními vřetenovitými individui také kratší nebo delší řetízky oválních až skoro kulovitých buněk, které spolu souvisely buď přepážkou nebo pouze zaškrcením (zářezem) vlákna (ibidem tab. II. obr. 7). Obsah těchto mikrokokkovitých útvarů silně lámal světlo, některá individua lámala na periferii světlo více a uprostřed jevila méně lomný útvar, podobný vakuole. MADDOX (116) popisuje podobné formy u bakterií mléčných, KURTH (103) u Bacterium Zopfii, BUCHNER (24) u Bacillus subtilis a anthracis, WARMING u Vibrio rugula, VAN ERMENGEM (48) a HUEPPE (88) u původce asijské cholery. Obr. 18 v knize HUEPPEOVĚ (88) znázorňuje tyto zvláštní formy, popsané u jmenovaných těchto autorů.

PRAŽMOWSKI zprvu se domníval, že jedná se při těchto útvarech o zvláštní orgány reprodukční, avšak shledal, že

[53]) cit. PRAZMOWSKI (149a) pag. 38; HUEPPE (88) p. 106.

prý se v dalším vývoji chovají stejně jako normální vlákna, že totiž se rozpadají v kratší články, v nichž se tvoří spóry.

Při tomto výkladu může se jednati o dvojí možnost: 1. Již ve své dřívější práci cytologické o bacillu nitri poukázal jsem na to, že v abnormálních útvarech se sporoidními tělesy může býti vytvořena také normální spóra, což potvrzuji i v této své práci a na obr. text. 1. II. A.*) jest patrno; snad tedy mohlo se zde jednati o spóry normální, vytvořené spolu resp. před vytvořením sporoidních těles. Anebo 2. a což je pravděpodobnější, pokládal Pražmowski za spóry pravá sporoidní tělesa, v něž se tyto formy de facto rozpadají. Druhý případ abnormální změny bacillů v torulovité řetízky, který prý by mohl tvořiti zdánlivou oporu pro možnost regressivní metamorfosy vyšších Schizomycetů v níže organisované kokky, pokládá Pražmowski spíše za zvláštní formu rozkladu (»Zersetzungsform«), která není schopna dalšího vývoje. Tím blíží se v celku theorii vyslovené Nägelim (136) a přijaté ostatními autory (Buchner, de Bary, Zopf a j.), že jedná se o produkty nezdravého vývoje, o příznaky zakrnění (Rückbildung) — involuce — o t. zv. »formy involuční«. Tak praví Zopf (205 pag. 10) »Sie bezeichnen offenbar einen durch schlechte Ernährung bedingten Rückschritt resp. Stillstand in der Entwicklung und werden daher von Nägeli Involutionsformen genannt.« Hueppe (88 pag. 105) soudí, že by tyto formy značně rozmnožily vývojový cyklus bakterií, »wenn nicht gute Gründe zur Annahme vorhanden wären, dass diese Formen pathologische sind, dass sie als Zerfallsprodukte und Degenerationsformen aufgefasst werden müssen.«

Zajímavo jest, že již staří autoři pozorovali vliv zvýšení koncentrace soli ve výživném mediu na morfologické změny utváření bakterií. Tak pozoroval Neelsen (138) (a Hueppe potvrdil) tvoření zvláštních nepravidelných forem u Bacillus cyanogenus při určitých změnách substrátu výživného (Cohnův výživný roztok s nitrátem kalia). Buchner (24) pozoroval tvoření těchto nepravidelných forem u *Bac. anthracis* a *Bac. subtilis* zase tehdy, když ve výživném

*) I. díl.

roztoku obsah cukru převyšoval dusíkaté látky výživné[54]) (10% cukru v 0·1%ním roztoku masového extraktu nebo asparaginu). ZOPF (203) shrnuje své pokusy na *Bacterium vernicosum* v ten smysl, že vytvoření abnormně utvářených forem u tohoto mikroba působí takové koncentrace solí, při nichž schopnost rozmnožování a hlavně také kvasivá více méně jest seslabena. Jistě obdržel tyto formy a v převážné většině v roztoku (o složení cukru 5%, peptonu 1%, masového extraktu ½%), jemuž přidal 8% chloridu hořečnatého nebo 10% K_2HPO_4; při menším procentu soli (na př. 5%) bylo těchto forem méně a nebyly tak veliké (při vyšších koncentracích mluví ZOPF o »wahre Riesenzellen«), při 1% $MgCl_3$ nebyly vůbec nebo jen málo a nepatrné. V kulovitých nebo hruškovitých zduřeninách bakterií (které někde na jeho obr. 10 tab. III. připomínají obrázky A. FISCHEROVY plasmoptysy u cholerových vibrionů) pozoroval ZOPF vakuoly (sporoidní tělesa?).

Pokud se pozdější badatelé nesnažili dáti různým přechodním těmto formám variabilním u různých bakterií na různém substrátě a za nejrůznějších podmínek nějaké zvláštní vysvětlení, omezují se vždy na výraz »involuční formy«. Kdybych chtěl citovati celou literaturu, kde vůbec byly tyto formy popsány anebo aspoň jen jmenovány, nestačila by celá kniha a nemělo by to významu. Proto také omezím se pouze na ty práce, kde bylo poukázáno aspoň částečně na příčiny této variability nebo kde byla vysvětlována jiným způsobem.

Poněvadž zvláštní tyto zrůdné formy u bakterií zprvu byly převážně pozorovány v starých kulturách, byl vysloven názor, že povstávání jich je podmíněno nepříznivými poměry životními a že jsou známkou odumírání bakterií; proto také šmahem byly pokládány za formy degenerační. Tento názor táhne se celou literaturou až do doby nejnovější, někde vyslovený až briskním způsobem; tak MARSHALL (119 p. 39) nazývá je »mrzáky společnosti« (»maimed in society«). Správně však ohrazují se proti generalisování degeneračních zjevů u bakterií někteří novější badatelé (MAAS-

[54]) Mnou proloženo.

SEN (115), KRUSE (100), GOTSCHLICH (65)]; poslední praví ve svém díle (l. c. p. 45): »... treten unter abnormen, oder gar direkt ungünstigen Bedingungen, besonders in alten Kulturen, unregelmäßige Bildungen auf, die aber in ihrer biologischen Bedeutung von ganz verschiedener Wertigkeit sein können. Früher wurden alle diese abnormen Bildungen meist unter dem Titel »Involutionsformen« zusammengeworfen und unterschiedslos als degenerativer Natur angesehen. Dem ist nun aber keineswegs so; einige von diesen Formen können auf der Höhe der Entwickelung und ohne jede Einbuße vitaler Energie entstehen; es handelt sich hier offenbar, ähnlich wie bei den ... verzweigten und kolbigen Bildungen, um einen zwar außerhalb des gewohnten regelmäßigen Formenkreises verlaufenden, aber dennoch keineswegs degenerativen Vorgang.«

Z příčin v literatuře uváděných k vysvětlení abnormálních změn u bakterií zasluhuje v první řadě zmínky vliv chemických činidel.

V r. 1897 poukázali HANKIN & LEUMANN (73) na vlastnost *Bact. pestis bubon.* tvořiti na výživných půdách obsahujících hojně NaCl (2·5—3·5%) pravidelně zvláštní formy degenerační a involuční; to bylo podnětem k myšlence, zda nedalo by se použiti této vlastnosti jako pomůcky diagnostické. Práce, které vyšly na podnět diskusse o tomto předmětě v morové konferenci berlínské r. 1899 v císařském zdravotním úřadě (kaiserliches Gesundheitsamt), zjistili experimentálně diagnostickou cenu této specifické vlastnosti pro Bact. pestis.

Byly to hlavně práce těchto autorů: SKSCHIWAN (174), MATZUSCHITA (121), ROSENFELD (159), KOSSEL & OVERBECK (100) a ZLATOGOROFF (204). Zvláště druhý z nich zjistil experimentálně kontrolními pokusy s jinými mikroby, že, ač NaCl více méně na všechny mikroby má veliký morfogenní vliv, přece zvláštní formy u Bact. pestis na solném agaru jsou pro tohoto mikroba stálé a specifické, takže jich možno použiti differenciálně-diagnosticky. KOLLE (99) potvrdil úplně tento nález a konstatoval kromě tvoření těchto t. zv.

involučních forem na agaru s 4% NaCl též pravé větvení a tvoření kyjí u Bact. pestis.

Perold (148), který popisuje zvláštní involuční formy u bakterií octových, dokonce soudí, že lze těchto forem použiti jako »znaků druhových«. Extrémem těchto snah jest však pokus Trincasův (191),[55]) který se snaží na základě specifických forem vzrůstových, získaných vlivem koffeinu u Bact. typhi, coli a dysenteriae rozlišovati dokonce i různé kmeny těchto bakterií.

Vliv chemických agencií na morfologické utváření bakterií studovali mezi jinými již r. 1887 Guignard & Charrin (70) (vliv minerálních a organických kyselin a antiseptik); tito mluví o »experimentálním polymorphismu« bakterií a výslovně vytýkají dočasnost a přechodnost chemomorfos při přenesení bakterií do normálních podmínek. Wasserzug (197) studoval vliv kyseliny borové a vinné na Bact. pyocyaneum a prodigiosum; stejně Kruse (101 a p. 63) a Kübler (102), kterýžto poslední vykládá tyto zvláštní formy podobně jako Schottelius »durch Entwicklungshemmung«. Bonome a Vivaldi (19) zjistili formové změny u Corynebact. mallei působením kadaverinu a neurinu, Kohlbrugge (97) nalezl dlouhá mycelovitá vlákna u vibrionů vodních a cholerových na krevním séru s hojným barvivem krevním a agaru s haemoglobinem, Maassen (115 p. 389) popisuje formativní účinek aethylalkoholu u vodního mikroba, Savini (163) nalezl v starých kulturách jeho Z-bacilla po přidání většího množství NaCl činkovité a kyjovité formy a pod.

Cacace (27) popsal velikou a specifickou variabilitu Bakt. pestis vlivem chromanu draselnatého (0·01—0·05%), alkoholu a kyseliny karbolové v bouillonu. Thiercelin et Jouhaud (189) pozorovali změny morfologické u Bakt. typhi rovněž vlivem dvojchromanu draselnatého a vysvětlují tyto změny normálním dělením obsahu buňky bakterielní uvnitř protoplasmatického obalu ztvrdlého a fixovaného dotyčnými fysikálními činidly. Almquist (4) popisuje morfologické změny u Vibrio cholerae v bouillonu s 2% NaCl.

---

[55]) Citováno dle Taddei-ho (188).

Do této stati o chemomorfosách jistě patří též zvláštní abnormální formy u mikrobů v starých kulturách. Jak zjistil Maassen (115 p. 389), vznikají tyto formy po přidání produktů výměny látkové bakterií k výživné čerstvé půdě.

Zajímavější jsou chemomorfosy u bakterií, vzniklé formativním účinkem neutrálních solí, hlavně neassimilovatelných.

Tak Fedorolf (51)[56]) poukázal na morfologickou alteraci bakterií působením chloridu lithnatého (agar + 1·5—2% LiCl); tento autor pozoroval u Bac. subtilis ztluštění membrany působením této soli, což vysvětluje Gamaleia (60) jako ochranu před vnikáním lithia do jich těla.

Soustavně zabýval se studováním formativního vlivu různých solí Gamaleia (60), který studoval vliv solí lithia, magnesia, kalcia, barya a strontia a j., a koffeinu. Intensivní byl formativní effekt u solí lithia a koffeinu. Tento formativní effekt zove Gamaleia »heteromorphismem bakterií«. Tento formativní vliv hlavně solí lithia a koffeinu jevil se v různých směrech, takže vystavuje autor ku př. u vibrionů cholery 3 základní typy heteromorphismu: »Riesen« (obrovské spirilly), »Kugeln« a »Mikromiten« (zvláště tenká vlákna, spirilly neb tyčinky). Kromě toho pozoroval často u některých bakterií větvení. Gamaleia pozoroval souvislost mezi změnami vnitřního obsahu buněčného a vnějšího tvaru lithiových kultur bakterií. Dle něho odehrávají se uvnitř bakterielní buňky chemické pochody, při nichž se v těle ukládají uhličitan a fosforečnan lithia, vytvořené životními ději bakterií z neutrálních solí lithnatých. Příčinu účinku solí lithnatých vidí autor v jedovatosti uhličitanu lithia, který vysráží intracellulární kyselinu fosforečnou v nerozpustné formě; relativně velké množství sraženiny, tvořící se v bakteriích, prý úplně zbavuje nukleiny důležité jich součástky, totiž kyseliny fosforečné.

Tento názor nazývá Maassen (115 p. 399) ... »speziell für die Lithiumwirkung zugeschnittene Erklärung«. Skutečně nelze hypothesy Gamaleiovy užíti ku všeobecnému vysvět-

---

[56]) Známo mi pouze z kratičkého referátu u Gamaleiy (60).

lení způsobu jedovatých účinků ostatních solí neutrálních a o příčině specifických účinků jednotlivých solí.

Účinek koffeinu rovněž vysvětluje Gamaleia chromatolysou. Koffein je repraesentantem t. zv. basí xanthinových, které se nacházejí v každé živé buňce a tvoří nutný substrát jádra buněčného. Hypothetický jich úkol definuje Gamaleia následovně: »Mittelst dieser Xanthinbasen erfolgt vielleicht jener Einfluß der Substanz auf die Form, dessen die Embryologie, Pathologie und die Theorie der Erblichkeit bedarf und den ich als die Missgestaltung in dem Heteromorphismus der Bakterien feststellte.« Koffein vyvolává chromatolysu, — jest reagens na jádro buněčné — a tím že tedy působí na jaderní hmotu, má alterační vliv na vyvíjející se formy vzrůstové.

Rovněž systematicky studoval vliv solí neutrálních na vytváření zvláštních vzrůstových forem u bakterií Maassen (115), který nazývá tyto formy »teratologickými formami vzrůstovými«.

Ze zkoušených solí nejlepší formativní účinek měly sole lithia. Kromě zvláštních abnormálních forem u různých bakterií vlivem různých solí nalezl Maassen též velice často pravé větvení, o němž zjistil, že v podstatě závisí od množství jakož i druhu soli přidané k výživné půdě. Účinky různých solí mohou se vlivem jiných solí modifikovati, po př. paralysovati (jak shledal jsem v této práci i já). Jisté soli mají u jistých mikrobů specifické účinky formativní, i není tudíž bez vyhlídek dedukce Maassenova, použiti těchto zjevů jako diagnostické pomůcky, pokud ovšem se hledí v první řadě k ostatním základním vlastnostem mikrobů. Změna tvaru jde ruku v ruce též se změnou obsahu a i změnou jiných biologických vlastností, jak zjistil Maassen; lithiové kultury moru ztratily virulenci. Změny strukturální v těchto zvláštních formách byly Maassenovi rovněž známy.

Co se týká aetiologie svých chemomorfos, vysvětluje je Maassen účinkem iontů.

Účinek neutrálních solí je na buňku bakterielní jednak fysikální, tím, že soli působí porušení osmotické rovno-

váhy v buňce,[57]) jednak — a to hlavně — čistě chemické — vliv iontů, kterým vyvolávána vlastní teratologická forma vzrůstová. Theorii svou definuje MAASSEN (l. c. p. 400) ...»Die teratologische Wuchsform verdankt in erster Linie der spezifischen Wirkung der Kationen ihre Entstehung. Die Art der Anionen ist jedoch gleichfalls insofern nicht gleichgültig, als sie ausschlaggebend ist für die Geschwindigkeit, mit der die Kationen in die Zelle eindringen.«

Vliv neutrálních solí na morfologické utváření vibriona asijské cholery podrobil důkladnému studiu HAMMERL (72) a dochází k zajímavému výsledku, že tvorba abnormálních forem závisí v první řadě na koncentraci solných roztoků, při čemž prý ani nepadá na váhu »welches Kation oder Anion im neutralen Salze enthalten ist.«

Dle názoru tohoto autora tvorba abnormálních tvarů je podmíněna zákony osmosy tím způsobem, že následkem osmotického tlaku (předpokládáme-li roztok s menším obsahem soli nežli se nachází v protoplasmatu bakterií a existenci membrány u bakterií s velkou elasticitou, avšak se stíženou prostupností pro látky v roztoku solném) dochází k přechodu vody do buňky bakterielní, čímž zvětší se volum buňky do tvaru koulí. Na substrátech s vysokým procentem rozpuštěných látek však by nastalo za týchž poměrů právě naopak zmenšení — scvrknutí buňky následkem vystoupení vody z buňky bakterielní; proto utíká se HAMMERL k jinému výkladu. L. c. praví: »Nimmt man aber an, daß die Membran bei gleich großer Ausdehnbarkeit durch den hohen Salzgehalt durchlässiger wird für gelöste Stoffe als sie es unter normalen Verhältnissen ist, so muß zur Ausgleichung des verschiedenen hohen osmotischen Druckes es zu einem Übertritte von gelösten Stoffen in die Zelle kommen, welche sich dabei soweit ausdehnt, als es die besondere Beschaffenheit der Membran gestattet.« Vysvětluje pak abnormální tvary různých kmenů tohoto vibriona tím způsobem, ... l. c. »daß in dem einen Falle eine spezifische Beeinflussung der Membran im Sinne einer größeren Durchlässigkeit für gelöste

---

[57]) čímž povstávají hlavně nafouklé, kulovité útvary, blízké rozpadu.

Stoffe, im anderen einer geringeren Durchlässigkeit für dieselben stattfindet.«

Nestejnoměrnou deformaci buňky vykládá autor nestejným odporem proti intracellulárnímu tlaku; kde je tento odpor nejmenší, tam je membrána nejvíce vyklenuta, při přibližně stejné elasticitě membrány povstávají formy kulovité, při nestejné nepravidelné. Všechny změny tvarové dají se vysvětliti strukturní alterací membrány, ať už jsou příčiny jakékoliv — třeba na př. tepelné.

Již Maassenem konstatovaný zjev, že při kultivaci mikrobů v prostředí se solemi po více generací ubývá abnormálních forem v kultuře, potvrzuje Hammerl též u vibriona cholerového a vysvětluje to tím, že prý membrána, jakožto živá součástka buňky bakterielní poznenáhlu zase zpět nabývá normální schopnosti propustné a tím i normálních tvarů; parallelně s touto změnou prostupnosti membrány prý kráčí pravděpodobně i akkomodace protoplasmatu buňky bakterielní na zvláštní zevní podmínky, kterážto akkomodace má za následek, že intracellulární tlak čím dále tím více blíží se normě. Rozpadlé tvary vzrůstové, tvořící posléze v kultuře zrnitý detritus, povstaly pravděpodobně těžkým poškozením protoplasmatu, jež zavinilo odumření buňky.

Důrazně protestuje též Hammerl proti pojímání abnormálních tvarů vzrůstových jako degenerace a praví: l. c. p. 3. »Wenn man bis jetzt daran festgehalten hat, daß unter physiologischen Verhältnissen einer Bakterienart eine ganz bestimmte Gestalt eigen ist, und daß jede irgendwie wesentliche Abweichung von der Wuchsform als Degenerationszeichen, als Symptom des Absterbens anzusehen ist, so kann nunmehr auf Grund der zahlreichen, durch viele Versuche sichergestellten Beobachtungen diese Anschauung nicht mehr aufrecht erhalten werden. In bestimmten Koncentrationen verursachen verschiedene Neutralsalze bei zahlreichen Bakterienarten weitgehende Abweichungen von der ihnen als Norm zugeschriebenen Gestalt, ohne daß man deshalb berechtigt wäre, von Degenerations- oder Involutionsformen zu sprechen. Vermehren sich doch diese Gebilde üppig und zeigen meist lebhafte Beweglichkeit, beides Lebensäußerungen, welche absterbenden Formen nicht zu-

kommen. Man kann demnach sagen, daß auch unter physiologischen Verhältnissen die Gestalt eines Mikroorganismus nicht etwas absolut Feststehendes ist, sondern vielmehr als eine Art Gleichung angesehen werden kann, auf deren einen Seite die verschiedenen äußeren Lebensbedingungen, ferner die Zusammensetzung des Protoplasmas, die Beschaffenheit der Membran und dergl. zu setzen sind, während auf der anderen Seite der Gleichung die daraus resultierende Form zum Ausdruck kommt.«[58])

Jinými slovy vyjadřuje totéž KASSOWITZ (92) ve své biologii (Bd. 2. p. 64), když mluví o modifikacích vzrůstu rostlinného vnějšími vlivy ... »daß ein jeder Organismus in jeder Phase seiner Entwicklung nichts anderes sein kann, als ein Compromiss zwischen seinen ererbten Anlagen und der Gesammtheit der auf ihn wirkenden äußeren Bedingungen.«

Elektivní vztahy mezi solemi a různými bakteriemi studoval též HATA (77) a na základě svých pokusů připisuje abnormálním formám[59]) (chemomorfosám) kromě interessu biologického také dosti důležitou cenu pro differenciální diagnostiku.

Zajímavý je fakt, konstatovaný tímto badatelem, že se tvoří v těchto degenerovaných formách hojnost t. zv. metachromatických zrnéček, nejvíce u cholerových vibrionů, o jichž významu se však nezmiňuje. Při větším procentu soli rozpadávají se v krátké době degenerované bacilly v kuličky a tato zrnéčka.

Pečlivému studiu podrobil vliv solí na bakterie též EISLER (47). Tento badatel applikuje nálezy a pokusy LOEBA a jeho žáků u zvířat na své pokusy a v popředí tedy vystavuje chemicko-biologickou stránku těchto pochodů změnových. Stavební kameny živé hmoty tvoří kolloidální hmoty, s nimiž vstupují do úzkých vztahů elektrolyty; přítomnost

---

[58]) Mnou proloženo.

[59]) které pokládá za zjevy degenerační.

určitého množství solí je nezbytna k udržení života, tyto vstupují v úzké vztahy k plasmatickým kolloidům, hlavně k bílkovinám a podmiňují tak určitou strukturu plasmatických kolloidů, jichž právě trvající stav podmiňuje i jich funkce; změny tohoto stavu kolloidů sledují i změny funkcí a proto správné vykonávání funkcí buněčných — život — odvisí od určité struktury plasmatických kolloidů.

Jako takové elementy pozměňující tuto strukturu lze považovati soli určité kvality a kvantity.

Z výsledků pokusů Eislerových nejzajímavější jsou ty, které se týkají vztahů mezi zvláštními formami bakterií a kvalitou používaných stimulinů (solí).

V první řadě poukazuje Eisler na individuelní sensibilitu různých druhů bakterií vůči vlivům solí, fakt známý již, že totiž různé bakterie různě reagují na irritaci určitou solí a různě i při stejné koncentraci téže soli. Každá sůl může kromě toho (až k jisté hranici ovšem) vyvolávati zvláštní formy.

Intensita formativního podráždění působeného určitou solí je závislá na mocenství kationů, takže dvojmocné soli mohou vyvolávati »involuční formy« již v daleko menší koncentraci, nežli jednomocné; při tom soudí, že aniony mají význam podřízený.

Vliv určité soli dá se paralysovati solí jinou (Maassen); při tom konstatoval Eisler, že změna formy vyvolaná solí jednomocnou dá se zrušiti určitým množstvím jiné soli dvojmocné, nikoliv však jednomocné. Schopnost soli s dvojmocným kationem vytvářeti involuční formy zmizí po přidání jiné soli jedno- nebo dvojmocné.

I u diftheritického mikroba lze vyvolati formy involuční, avšak prý větším množstvím solí, kovů, alkalií nebo alkalických zemin, než u vibrionů, leč tyto abnormální formy vzrůstové u tohoto druhu nedají se vůbec nebo jen nedokonale přinutiti k vymizení jinou solí, snad prý proto, že množství soli potřebné k vytvoření těchto forem involučních jest příliš veliké, nežli aby se dal jeho vliv paralysovati solí jinou.

Taddei (188) předpokládá jako Maassen (l. c.), že podmínky, za nichž povstávají změny forem u bakterií s jistou

konstancí, mohou býti rázu buď fysikálního nebo chemického; poslednější však asi mají větší důležitost.

Experimenty své konal Taddei s třemi druhy Streptokokků (Str. pyogenes, erysipelatos a choreae) v bouillonu s přísadami laktosy, glycerinu, kyselinou vinnou, chloridem lithnatým a koffeinem. Změny formy jevily se značně, hlavně ve vystupování t. zv. »Riesenelemente«. Taddei nepokládá zvláštní tyto změny za formy involuční v běžném slova smyslu, t. j. formy degenerační a blízké odumření, nýbrž pokládá je za zjevy polymorphismu, a to zjevy náležející do druhé kategorie změn formy vystavené Rodettem (157), a články vývojové t. zv. abnormálního cyklu života; rovněž poukazuje na vztahy k fylogenesi organismů, což ještě později vyložím.

Wilson (198) pozoroval abnormální tvary bakterií ve výživných roztocích s močovinou.

Fuhrmann (58a) zjistil morfologické změny manifestující se hlavně vytvářením kyjovitých polárních zduřenin u Pseudomonas cerevisiae v Meyerově výživném roztoku II. + 1—2% chloridu ammonatého a ½% saccharosy. Tyto kyje přetrvávají po měsíce a zachovávají naprostou vitalitu.

Tento badatel potvrzuje údaje autorů o morfogenetickém vlivu neutrálních solí (Matzuschita, Hammerl a j.) pouze však s tím omezením ... »daß nur die Größe der Zellen mit zunehmendem Salzgehalt bis zu einem gewissen Grade zunimmt und der Ablauf der einen Entwicklungsphase dadurch beschleunigt wird.« (l. c. p. 7.) Teprve vysoké procento soli (aspoň 5%) působí náhlou změnu formy, aniž by při tom proběhla jednotlivá vývojová stadia. Náhle však vytvořenými vysokými koncentracemi solí se úplně potlačí vzrůst a buňky se deformují a tak vůbec nedojde k vytvoření oněch forem, které mohly by přetrvati takové škodlivé vlivy.

Zvláštní ony formy kyjovité se zrnéčky pokládá Fuhrmann za produkty reakce vůči nepříznivým vlivům — za »Zwischenformen des Entwicklungskreises«. Nejsou-li kyjovité zduřeniny ještě úplně vytvořeny, mohou se po přenesení na vhodnou výživnou půdu redukovati, zrnéčka rozprostrou se po celém individuu, zmenší se a konečně ztratí, vzhled protoplasmatu bakteria se stává homogenním, dlouhé tyčinky rozdělí se postupným dělením v po-

hyblivé tyčinky. Jsou-li kyje již vytvořeny, není možný zpětný vývoj a kyje naplní se stejně velikými zrnéčky, dostanou vzhled sporangií a zrnéčka se zveličí a vystupují zúženým koncem bakteria ven v podobě tyčinek.

V těchto sporangiovitých útvarech vidí FUHRMANN poslední vývojové stadium mikroba, sloužící k udržení druhu za nepříznivých podmínek. Resistence jich vůči vysokým teplotám je sice mnohem menší nežli spór, ale přes to prý vydrží delší vysušení a vliv škodlivých faktorů, přicházejících ve volné přírodě, jako na př. vliv vysokých koncentrací solí. Význam těchto orgánů hlavně dlužno uznávati v suchých periodách půdy; než dojde k úplnému vysušení, působí na bakterie nesporulující postupně přibývající koncentrace látek rozpuštěných ve vodě půdy, bakterie se chrání pak vytvářením dříve jmenovaných orgánů resistentních.

Jakým způsobem uplatňuje se vliv zevnějších činidel na morfogenetické utváření bakterielní buňky, vyjadřuje se FUHRMANN následovně: l. c. p. 10. »Es haben sich schon zahlreiche Autoren mit der Frage nach der Ursache der formelln Veränderungen der Bakterienzelle beschäftigt und dafür chemisch-physikalische Einflüsse verantwortlich gemacht. So geben Schwankungen in der Konzentration der Salzlösungen zu osmotischen Störungen Anlaß, die sich natürlich auch in der Struktur und Form der Zelle wiederspiegeln werden. Ich erwähne nur die plasmolytischen Erscheinungen. Treten derartige Störungen plötzlich mit großer Intensität auf, kommt es zur Vernichtung der Zellen, schwellen sie aber allmählich an, dann sind sie eben nur ein äußerer Reiz für die Bildung der entsprechenden Schutzformen, denn es ist mit dem Begriff der lebenden Zelle unvereinbar, sie einfach als Spielball der auf sie einstürmenden äußeren Einflüsse aufzufassen.«

FUHRMANN upozorňuje dále, že vývojový cyklus bakterií zkoumaný způsobem, jak on ho prováděl, tvoří ostře charakterisovaný a trvalý znak diagnostický, velice důležitý v přirozeném systemu pro různé druhy bakterií, kromě ovšem ostatních morfologických a fysiologických znaků. Tak pozoroval, že specii v této práci k pokusům použité velice podobný mikrob jiný s podobnými biologickými vlastnostmi

jevil ve vývojovém cyklu podstatně různé formy, což prý poukazuje na různost příbuzenskou.

Jak vidno, považuje mylně FUHRMANN sporoidní tělesa a teratologické formy za orgány, sloužící udržení druhu.

*

Z uvedené literatury vysvítá, že chemické substance mají rozhodně určitý vliv na morfologické utváření bakterií. Hlavně ohledně solí lithia musím potvrditi svými experimenty na Bac. megatherium tento vliv; 4% chloridu lithnatého ve výživné půdě přeměnily mého bacilla během 7 dnů v špičaté, srpovité útvary, které však zřejmě nesly na sobě známku degenerace.

Dle rozdělení HERBSTOVA (81) odpovídá účinek různých těch chemických agencií jeho označení »die formativen oder morphogenen Reize« a v tom případě, kde jedná se jistě (aspoň ve vyšší koncentraci) o účinek pathologický, označení »pathomorphogene Reize«. Tento pathomorphogenní vliv nejspíše se jeví u těch chemických agencií, které v ohledu výživném jsou buď indifferentní nebo i škodlivé (sole lithia, koffeinu atd.). V čem vlastně spočívá vliv těchto agencií, zda je to vliv osmotický, jsou-li účinky rázu čistě fysikálního nebo chemického a pod., nelze říci. Avšak přes to není možno tvrditi o všech abnormálních formách, že by byly rázu degenerativního; povstane-li abnormální forma teprve v kultuře degenerované, stářím a nepříznivými podmínkami (hladem, nedostatkem vody, škodlivými rozkladnými produkty samotných bakterií a pod.) můžeme mluviti o degeneraci, rovněž tak působením jedů chemických ve vyšší koncentraci, nikoliv však tehdy, kdy objeví se tyto abnormální formy na výši vývoje a jsou-li schopny dalšího vývoje! Jest známo, že některé tyto formy byť i nejbizzarnějších tvarů a dimensí podržují svou vitalitu a při přenesení do původních podmínek životních jsou schopny dalšího vývoje a života. A dokonce nelze mluviti o degeneraci a involuci u abnormálních forem, vzniklých vlivem nadbytku různých živin, jako jest tomu na př. v mém případě.

Plasma buňky bakterielní je samo nadáno schopností autoformativní — v něm dlužno hledati ohnisko formativní

činnosti, kdežto vnější podmínky tvoří pouze impuls k jejímu projevení (dle HERBSTA l. c. »Induktionsreize«).

Pouhé soli a jiné chemické substance, které jinak hrají při výživě pouze roli podružnou, působí jako stimuliny, jako irritace plasmatu, manifestující se snahou plasmatu zvětšovati dimense — růsti. Vzrůst ten jeví se protahováním forem do tvarů vláknitých, dle charakteru solí různým zakončováním — zašpičatěním, zakulacováním a podobně. Musíme si tento vliv formativní vysvětlovati asi tím způsobem, že vnějšími vlivy nastává irritace plasmatu a jeho změna strukturální; změnou stavu kolloidů plasmatu změní se i jeho funkce, které se mohou projevovati různým způsobem.

O vlivu solí na utváření formy jsem se zmínil; vliv nadbytečné výživy manifestuje snahu individua růsti do šířky, zvětšovati dimense do tvaru koulí; zvýšená assimilace hlavně uhlohydrátů vede k ukládání nadbytečné potravy v přeměněné formě — ve tvaru reservních látek (inkluse, sporoidní tělesa).

Kombinací pak různých solí a výživy dostáváme pak různě vytvářená individua s inklusemi reservních látek; převaha jednoho z formativních faktorů má za následek větší reaktivitu plasmatu ohledně formy a inklusí v dotyčném směru (viz mé pokusy v I. dílu).

Změna tvaru a ukládání reservních látek je tak intensivní, že potlačí úplně každou jinou funkci buňky; tak málo kde spatříme dělení, a když, tu nedá se srovnati s intensitou dělení na obyčejných půdách výživných; rovněž tak potlačena jest i sporulace.

Že již sama výživa bakterií má veliký formativní vliv, je známo z literatury; tak soudí již BUCHNER (24), že abnormální tvary u Bac. anthracis a subtilis v jeho případě lze nejsnáze získati ve výživných roztocích, v nichž obsah cukru poměrně velice převyšuje živiny dusíkaté (srovnej mé pokusy!). Formativní vliv uhlohydrátů byl stanoven již dávno u plísní; tak BACHMANN (Bot. Ztg. *1895*, Bd. *53*, p. 107) konstatoval u Thamnidia, KLEBS (Die Bedingungen der Fortpflanzung etc. Jena 1896) u Mucor racemosus nápadné ztluštění hlavních hyf a postranních větví s tupým zakončením a úplné vyplnění hyf jemně zrnitým, hnědavým protoplasmatem, kdežto při nadbytečné stravě bílkovinné byly hyfy tenké, větve špičaté a protoplasma řídké s četnými vakuolami. Analogický zjev pozoroval WASSERZUG (Annal. de l'Inst. Pasteur T. *1*.

1887, p. 1) u plísně Fusarium na invertním cukru a bez něho. Rovněž Fischer (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 27. 1894) nalezl abnormální tvary u bac. subtilis, když uhlohydráty převyšovaly ve výživném mediu látky dusíkaté; Fischer však pokládal tento zjev za involuci. Takových příkladů mohl bych uvésti více a některé jsem již dříve citoval.

Abych uvaroval se nesrovnalostí, přidržuji se při pojmenování abnormálních tvarů u bakterií názvu Maassenova »teratologické formy vzrůstové« anebo Gamaleiova názvu »heteromorfismus«, kteréžto oba názvy nevylučují sice z pojmu abnormálnost utváření, ale také nezavádějí do pojmu těchto forem »Kainovo znamení degenerace« jako název »formy involuční«.

Výraz »involuční formy čili degenerační« odpadá pro jmenované formy z důvodů dříve vyznačených. Bergey (14) definuje involuční formy následovně: »Das Standard-Dictionary definiert degenerieren mit: »schlechter oder minderwertiger werden; an Eigenschaften, Beschaffenheit oder Vorzügen im Vergleich zum normalen oder früheren Zustande oder im Vergleich zu einem Typus oder Durchschnitt Einbuße erleiden, Rückschritte machen.«

Nach dieser Definition müßte der Ausdruck Degenerationsform lediglich für diejenigen Mikroorganismen beibehalten werden, die den normalen Zustand erreicht hatten und dann den Einfluß degenerierender Einwirkungen beobachten lassen. Diese Einwirkungen kennzeichnen sich durch Vakuolisation, Granulation und Fragmentation des Protoplasma in einem normal gebauten und gestalteten Mikroorganismus.«

Tyto formy nejsou schopny dalšího života, jsou obětovány zániku, kdežto naše formy jsou formy plné života, které mohou ještě dále žíti a se rozmnožovati (viz I. díl, str. 54). Jest jisto, že persistující tyto morphogenní vlivy mohou se zvrhnouti v pathomorphogenní, organismus může překročiti možné maximum v tomto abnormálním vývojovém cyklu (za nějž nutno jej pojímati) a nemůže se pak již vrátiti zpět k normálnímu cyklu vývojovému; vždyť podobného něco máme i u organismu zvířecího a lidského. Víme ku př., že násilné odtučňování organismu, překročivšího možné stadium ztučnění, znamená pro organismus předčasnou smrt, která

je mu však i bez odtučňování souzena. Podobně i u takového, abych tak obrazně řekl »tukově zdegenerovaného« mikroba; po překročení možného maxima ukládání oněch reservních látek a morfologické metamorfosy je rovněž obětován. Avšak dle hořejší definice BERGEYOVY nelze ani zde mluviti o »involučních formách«, které, krátce a obrazně řečeno, představují vlastně »kachexii« a ne »překrmení« nebo »nadvzrůst«, jak označuje na př. SCHNEIDER (164c) příčinu tvorby bakteroidů (»hypernutrition-hypergrowth«), a jež rovněž představují teratologické formy vzrůstové.

Jak se v literatuře uznává (GOTTSCHLICH 65, TADDEI 188) a ku kterémuž mínění se i já přidávám, existují dva cykly vývojové v životě bakterií — normální (obyčejný) (»gewohnter regelmäßiger Formenkreis« GOTTSCHLICH) a abnormální, vyvolaný změněnými podmínkami životními; do tohoto druhého patří teratologické formy vzrůstové.

GAMALEIA dělí badatele dle toho, jaký význam přikládají teratologickým formám vzrůstovým na 1. polymorfisty —, kteří pokládají tyto tvary za normální bakterie, 2. na retrospektivisty —, kteří je pokládají za přezrálé elementy a 3. na prospektivisty —, kteří je považují za bytosti nebakterielní.

Dle moderních názorů je název polymorfismu nesprávný (viz str. 52), a to, co tito badatelé nazývají poly- nebo pleomorphismem, jest vlastně »variabilita«. Pojem přezrálých elementů ve smyslu retrospektivistů kryje se s právě odsouzeným názvem forem involučních. O názorech prospektivistů promluvím později při rozvětvování bakterií.

Abychom konečně také vymezili systematické zařazení pojmu teratologických forem v botanické nomenklatuře, jest nutno poohlédnouti se v literatuře po vymezení pojmu »variabilita«, neboť tyto formy jistě patří ku zjevům patřícím k tomuto pojmu.

RODET (157) rozeznává 3 druhy morfologických metamorfos u bakterií:

1. Vlastní morfologické změny — variace —, které persistují i tehdy, kdy přestávají podmínky, za nichž vznikly

2. Polymorphismus, který je vázán na podmínky vzniku; nastalé změny zmizí, když se vyloučí podmínky, za kterých vznikly.

3. Individuální změny, vzniklé u některých individuí jednoho a téhož druhu za stejných podmínek.

Kdyby název druhé kategorie Rodetových změn byl správný, patřily by sem teratologické formy vzrůstové. Pro tuto kategorii změn nejspíše by se hodil Gamaleiův název »heteromorphismus«.

Jiné rozdělení má Beijerinck (12b). Tento rozeznává:

1. Degenerace — souvisle pokračující změna, postihující současně všechna individua jedné kultury a končící neschopností změněných individuí k dalšímu vývoji. (Zde uvádí mezi jinými příčinami této degenerace také nadbytek potravy.)

2. Transformace — postihující rovněž všechna individua jedné kultury; individua všechna ztrácí jednu ze svých bývalých vlastností, za to buď nabývají jiné nové nebo ne, nebo nabývají nové vlastnosti, aniž by pozbyla jiné, staré.

3. Obyčejná variace — při níž persistuje normální tvar a jen někdy tvoří se ojedinělé a priori úplně konstantní změny, které se chovají jako nové druhy.

Dle tohoto rozdělení značily by teratologické formy vzrůstové degeneraci.

Kdyby změny vyvolané vytčenými vlivy (soli + jednostranná výživa) nepřekročovaly variační šířku mikrobů (v kterémžto případě skutečně pak patří do Beijerinckovy kategorie degenerace), tu nejspíše bychom mohli mluviti o tomto celém abnormálním cyklu vývojovém jako o »výživné modifikaci«. Myslím však, že zůstaneme u starého názvu »teratologických forem vzrůstových«, které zařadíme do druhé kategorie změn dle Rodeta, již označíme místo nevhodného a neoprávněného názvu »polymorphismus« jménem Gamaleiovým »heteromorphismus«.

Tento abnormální cyklus vývojový na rozdíl od normálního (probíhajícího za optima životních podmínek) rozeznává v životě bakterií celá řada autorů, jak jsem se již zmínil.

Mangin[60]) nazývá ho »cyklem porušeného vývoje«. Gasperini, který uměle získal abnormní formy u Aktinomyces albus tím, že různě modifikoval výživný substrát, praví o těchto: »Die wahrgenommenen abnormen Formen zeigen die Tendenz, die Merkmale höherer Arten anzunehmen; meines Erachtens sind sie nicht als Spiele der Natur, sondern vielmehr als Andeutungen einer Rückkehr zu ursprünglichen und deshalb höher stehenden Typen im Dienst der Fortdauer der Art zu betrachten.«

Taddei (188) přidržuje se tohoto mínění, že jsou to atavistické znaky, objevující se za abnormálních podmínek, o nichž se vyjadřuje Gasperini »unter denen es logisch ist, daß von Seite der Bakterien eine letzte Kraftanstrengung zu ihrer Erhaltung gemacht wird.« V dedukci z toho vyplývající soudí Taddei, že i abnormální tvary u jeho Streptokokků jsou znaky atavistickými, za jichž ancestrální formu považuje Nostocacee. Snad vzbudily v Taddeim zvětšená individua streptokokková (jak vidno z jeho obrázku) dojem heterocyst u Nostocaceí.

Že však není vyloučena možnost náhledu, že tyto formy naopak mohou poukazovati na schopnost a tendenci organismu k vyššímu vývoji, zmíním se ještě později.

Větvení bakterií.

Extrémem těchto různých morfologických metamorfos těla bakterií je úkaz »pravého větvení či ramifikace«.

Když nebereme v úvahu t. zv. pseudoramifikaci (úkaz to pozorovaný u jistých bakterií, vznikající tím způsobem, že po roztržení zdánlivého vlákna bakteriového uvolněné konce na místě přetržení kolem sebe se přešinou a rostou samostatně dále, čímž mohou napodobiti při nepříliš pečlivém pozorování pravé větvení), máme v literatuře dosti údajů o pravém větvení u bakterií.

Tak již Hansen (74) pozoroval pravé větvení u octových bakterií ve výživném roztoku, bohatém na živiny při 40° C.

---

[60]) cit. Taddei (188).

U bacilla dýmějového moru pozorovali pravé větvení Albrecht & Ghon (3), Kolle (99) (tento hlavně při pěstování tohoto bacilla z těla zvířecího na Hankinově agaru [s 4% NaCl]); Skschiwan (174), Galli-Valerio (59), rovněž hlavně na solném agaru. Skschiwan (l. c.) nalezl též u *Bact. typhi* na solném agaru pravé větvení, stejně u Bact. pseudotuberc. rodentium, tuberculosis a diphtheriae. Rovněž na solném Hankinově agaru viděl pravé větvení Rosenfeld (159) (u Bact. typhi murium, suipestifer Kruse, mustellae septicus, cholerae gallinarum, pseudotuberculosis rodentium, suisepticus Kruse a Danyszova bakteria) při vysokém procentu NaCl v agaru. Kodama (96) nacházel větvení u Bact. pestis pravidelně při pěstování na sraženém bílku vaječném; Heim (78) viděl větvení u Bact. pyocyaneum. U Bact. typhi pozoroval pravé větvení kromě jmenovaného již Skschiwana též Almquist (4) a hlavně Loeb (110), (tento hlavně v bouillonu s 1% peptonu, 6% glycerinu a 2% NaCl); Loeb nacházel v tomto mediu s 2—4% NaCl též větvení mikroba tuberkulosního.

U *Bac. tetani* pozoroval větvení Vincenzi (195) a Kanthack (91). Ward (196) vypěstoval z vody Temže mikroba, který za obyčejných poměrů jeví podobu bacilla nebo kokka, v alkalické gelatině však vystupuje v podobě rozvětvených vláken s apikálním vzrůstem, která se po některé době rozpadají. Podobný údaj nalézá se v práci Lepeschkinově (107). Tento autor popisuje vývojový cyklus mikroba *Bac. Berestnewi* n. sp. Na čerstvé výživné půdě roste tento mikrob v podobě dlouhých vláken, která se později rozpadají v jednotlivé krátké články — oidie. Tyto oidie vyklíčí při přeočkování v dlouhá vlákna, která někdy vysílají krátké postranní větévky, které se později odškrtí a konečně zase celé vlákno rozpadá v krátké články. Čím lepší byla výživa mikroba, tím hojnější bylo i dělení. Potomci rozvětvených individuí daleko častěji se dělili. Někdy děje se tvoření větví rychleji nežli rozpad v oidie, čímž vznikají septovaná mycelia, ba někdy nedochází ani k septování a povstávají celé kolonie plísňovitého mycelia.

Ve vývojovém cyklu tohoto mikroba máme tedy geneticky související stadia krátkých tyčinek, dlouhých tyčinek,

rozvětvených vláken, septovaných i neseptovaných mycelií, při čemž však převahu mají vždy dříve jmenované formy jednoduché.

JOHAN-OLSEN (144) pozoroval větvení u Bac. gelatinosus, WINKLER (199) u Bact. coli a Bac. mesentericus aureus. V starších agarových kulturách bakterií typu coli, vypěstovaných ze stolice kojenců, nalezl RODELLA (156) dlouhá mycelovitá vlákna s pravým větvením; v bouillonu a mléce bylo větvení velice řídké.

CASAGRANDIMU (29) se podařilo zvláštní kultivací na hliněných plotnách dostati též u Bact. typhi a j. rozvětvené filamenty.

U *Bact. influenzae* viděl poprvé nástin jakéhosi větvení KRETZ;[61]) GRASSBERGER (66) pozoroval atypické formy vzrůstové u tohoto mikroba na koňském krevním seru, potřeném koňskou krví. Byla to nejprve vlákna jevící se jako řetízky kuželovitých článků. Někde vznikla tupě trojúhelníková zduřenina, z jejíhož jednoho rohu vystupovala jemně se súžující postranní větévka; na jiných místech pozoroval autor delší tyčinky na jednom konci Y-ovitě se děliti, nebo konečně hruškovitá individua po 3 i více, spojená dlouhými stopkami.

ROSENBACH [62]) pozoroval při svých srovnávacích pozorováních bakterií červenky, erysipeloidu a myší sepse v kulturách tvoření dlouhých vláken a pravé větvení a proto navrhuje pro ně název »Erysipelotricheen«.

SCHMORL a ERNST (cit. dle JENSENA [89]) pozorovali pravé větvení u *Bac. necroseos* v čerstvých nekrosách.

STEFANSKY (181) nalezl v hnisu vředu mikroba typu Bact. typhi, jejž nazval *Bact. pyogenes ramosum*; tento mikrob tvořil v kultuře (hlavně na agaru se solí nebo holubí krví) kromě jiných atypických forem vzrůstových rovněž též pravé větvení. Po 1ročním pěstování bylo větvení jen velice řídké a téměř pouze jen po přenesení na agar s 5% NaCl. STOLZ (182a) pozoroval větvení u mikroba z hlenovitého sekretu člověka, kterého se mu podařilo pouze jednou pěstovati

---

[61]) cit. GRASSBERGER (66).

[62]) PREISZ — Rotlauf der Schweine in KOLLE-WASSERMANN Handb. d. pathog. Mikroorg. Bd. VI. p. 6.

v koloniích na krevním seru a glukosovém agaru ve vodíkové atmosféře; kolonie tyto sestávaly z husté spleti dlouhých vláken s patrným větvením. V zcela čerstvých kulturách denitrifikačního mikroba No. 3 nalezl SEWERIN (172) pravidelné větvení; ježto v starších kulturách toto větvení není hojnější, soudí autor, že se nejedná o »involuční formy«. RULLMANN (161a) konstatoval u svého nitrosobakteria (Nitrosobakterium formae novae) na nitritovém agaru pravé větvení.[63]) V druhé své práci o témž mikrobu (161b) tvrdí autor, že vlákna a větvení zmizí, když není ve výživné půdě NH_3 nebo N_2O_3; po přidání těchto látek opět se tyto formy objeví. HARTLEB a STUTZER (76) soudí však, že toto Nitrosobakterium formae novae představuje pouze zvláštní vývojové stadium jejich »ledkového mikroba«; vlákna s větvením na příznivé výživné půdě považují za mycelium, kulaté, tyčinkovité formy, považované za bakterie, pokládají za chlamydospory. O tomto svém ledkovém mikrobu (»Salpeterpilz«) pojednávají autoři v jiné své práci (185) a popisují zygospory, mikrokonidie, sporangia, perithecie, chlamydospory, endogenní spory atd.; břitkou kritiku podal BENECKE ve svém referátu (KOCH's Jahresbericht, Jhrg. 8. 1897, p. 218). Krátký vyňatek této: »Ein flüchtiger Blick in das morphologische Kapitel, welches sich liest wie eine gut gelungene Parodie auf die pleomorphistischen Bestrebungen längst vergangener Zeiten, belehrt uns, daß die Verff. offenbar schweren Arbeitsfehlern zum Opfer gefallen sind...« zdařile osvětluje cenu této práce.

V jiné své práci (161c) popisuje RULLMANN mikroba (Bacillus ferrugineus), vypěstovaného z kanálové vody, který v anorganickém výživném roztoku Winogradskiho s ammonsulfatem tvoří zvláštní atypické formy vzrůstové, jež zove »hladovými« (Hungerformen); mezi těmito přichází též větvení. Při přenesení těchto rozvětvených forem na masopeptonový agar bylo lze pozorovati jich ponenáhlý úbytek, až úplně zmizely a zůstaly pouze tvary tyčinek.

GOTTHEIL (64) nalezl po delším pěstování *Bac. cohae-*

---

[63]) Na obyč. výživných půdách roste ve formě tlustých anisodiametrických tyčinek.

rens náhodou za sebou 4kráte rozvětvení; A. MEYER (126a) zjistil experimentálně u téhož bacilla pravé větvení v normálním vývoji za příznivých podmínek životních. Pěstoval na glukosovém agaru. O názorech MEYEROVÝCH ohledně významu tohoto větvení promluvím později.

U celé řady mikrobů zjistil MAASSEN (115) větvení hlavně vlivem chloridu lithnatého. Byly to: Bacillus suipestifer, Bac. pestis astaci Hofer, bakt. cholery drůbeže, moru vepřového dobytka. Kromě těchto byli to však a to hojnou měrou zástupci vibrionů a spirill a vyšších mikrobů — Corynebakt. diphtheriae.

Zvláštní náklonnost k tvoření větvení jevilo *Spirillum Rugula,* které tvořilo větvení však stejně hojně i na půdách bez LiCl, kdežto Spir. volutans netvořilo nikdy větvení.

Nápadně časté bylo větvení u vibrionů (Vibrio cholerae, Berolinensis, phosphorescens, Metschnikovi).

N a z á k l a d ě s r o v n á v a c í c h p o k u s ů p ř i c h á z í MAASSEN k z á v ě r u, ž e t v o ř e n í v ě t v e n í z á v i s í p o d s t a t n ě n e j e n o d m n o ž s t v í, n ý b r ž t é ž o d d r u h u d r á ž d i d l a (n e u t r á l n í s o l i — R e i z s t o f f —) v e v ý ž i v n é m m e d i u. Tak na př. vibriony cholerové a bacillus račího moru jevily větvení pouze při určitém obsahu LiCl (0·3—0·6%); většina vibrionů (hlavně V. Berolinensis), které se velice snadno větvily na půdách s LiCl, nejevily ani stopy větvení za přítomnosti jiných solí, na př. NaCl, které proklamoval SKSCHIWAN (l. c. p. 292) »als ein ausgezeichnetes Reaktiv für die Entwickelung der Verzweigungen bei den Bakterien.«

Účinkem solí vyvolal ramifikaci u *Bac. megatherium,* d i f t h e r i t i c k é h o m i k r o b a, *Bact. pyocyaneum* a c h o l e r o v é h o v i b r i o n a (vlivem chloridu resp. octanu nebo citroňanu lithnatého) GAMALEIA (60).

Větvení u Spirillum undula a Vibrio serpens pozoroval již KUTSCHER (104) v kondensační vodě agarové, avšak vyslovuje se o tomto úkazu velice zdrželivě. Ostatně jedná se v tomto případě pouze o dosti nepatrné postranní výběžky, které jsou nejvíce patrny, když individuum na jednom konci vysílá dva rohovité výběžky. Stejné obrázky vidíme v práci ZETTNOWOVĚ (203), který popisuje toto větvení u Spirillum

undula minus a Vibrio rugula. Zajímavější však jest v tomto ohledu práce Reichenbachova (155), který popisuje vznik takového větvení u Spirillum rubrum v usazenině na dně bouillonových kultur. Větvení toto počíná dle tohoto autora tím způsobem, že jedna z vln individua se zašpičatí a pomalu vyrůstá v pravidelný výběžek, který může dosáhnouti značné délky. Někdy dochází k nápadným ztluštěninám individua v bodu, z něhož vychází postranní větévka, z čehož resultují obrázky, upomínající na gangliové buňky. Pravidelně se daly získati tyto formy přeočkováním do bouillonu z koňského masa, kdežto hovězí bouillon nedával žádných dobrých resultátů.

U Spirillum rubrum pozoroval v bouillonové kultuře pravé postranní větvení také Meirowsky (124 text. obr.); zajímavější však jsou jeho nálezy pravého postranního větvení u Spirochaet a to nejenom v kultuře, nýbrž i v pletivu hostitelově. Práci své připojuje mikrofotografie tohoto větvení a soudí, že toto pravé větvení spirochaet není zjevem degeneračním, nýbrž striktním důkazem rostlinné povahy spirochaet.

Shibayama (173) dostal při pěstování cholerového vibriona na agaru po 14 měsících v kultuře tenké vláknité formy s patrným větvením, které pozbyly virulence. Po víceronásobném pěstování na čerstvých výživných půdách a prohnání tělem zvířecím podržely mikroby tyto změněné formy, takže je autor nepokládá za degeneraci, nýbrž za variaci.

Migula (130 Bd. II. Taf. XVII. Fig. 2) viděl větvení u *Microspira tyrogena.*

Zajímavé jsou nálezy větvení u kokků. Tak popisuje Babes (8) pravé větvení u kokků; obrázky v jeho práci zřetelně ukazují toto vidlicovité dělení, vzniklé asi tím způsobem, že patrně jedno individuum v řetízku streptokokků se podélně rozdělilo a dceřinné poloviny každá na svou pěst v protivných směrech dále se příčně rozmnožovala, až dala vznik vidlici. Podélné dělení kokků přijímá též Stolz (182b) u svých rozvětvených streptokokků a pneumokokků, pěstovaných na krevním agaru; ovšem soudí Stolz, že v původně jednoduchém řetízku rozdělila se všechna individua podélně a dala tak vznik vidlicovitému rozvětvení téměř s paralell-

nými větvemi. Gröning (69) pozoroval u *Streptokokkus brevis* často dělení ve 2 směrech; při neúplném oddělení dceřinných individuí docházelo k tvoření vidlicovitých forem a tím, že jednotlivé články řetízku po straně vystupujíce v novém směru dále příčným dělením se rozmnožovaly, dávaly vznik zdánlivému větvení. Vincent (194) nalezl v hnisu seropurulentní pleuritidy *Streptokokkus ramificus* s bifurkacemi, které při zatřepání výživného roztoku se od sebe oddělovaly. Pražmowski (151c) pozoroval u *Streptokokkus acidi lactici* v starých kulturách, v alkalických, cukru prostých mediích kromě tvoření vláken, vibrionů a spirill též pravé rozvětvené formy, upomínající buď na neseptované formy rhizobií nebo septované hyfy Mycomycetů.

To, co dosud z literatury bylo uvedeno ohledně větvení bakterií, jsou však jen poměrně řídké zjevy atypické (vyjímajíc snad případ Lepeschkinův); pravidelné však větvení popisuje se u vyšších zástupců říše bakterií, kteří v systematice bakterií zaujímají separátní umístnění — t. j. Aktinomycety, které již tvoří přechod k vyšším plísním. A moderní systematika uvádí již jako článek spojující tyto Aktinomycety s pravými bakteriemi skupinu bakterií, které již svým vnějším morfologickým utvářením, ano i biologií tvoří ponenáhlý přechod — skupina bakterií uváděných Lehmann & Neumannem (106) již mezi Aktinomycety — t. j. *genus Mycobacterium* a *Corynebacterium*.

A skutečně také u této skupiny bakterií můžeme s ohledem na objekt našich studií, týkajících se pravého větvení, uvésti spoustu dokladů z literatury, opravňujících tyto organismy trochu separovati v přirozeném systému bakterií. Tak ohledně větvení u p ů v o d c e t u b e r k u l o s y jest to celá řada autorů, popisujících pravé větvení: Roux et Nocard (143), Metschnikoff (125), Maffucci (118) (tento u tuberkulosního mikroba drůbeže), Klein (95), Fischel (53), Babes (8), Dixon (41), Bruns (22), Coppen-Jones (33), Semmer (171), Craig (35), Dorset (42), Straus (183) atd.

V těle nalezl větvení tohoto mikroba již Petrone (149), který je považuje za počínající tvoření mycelia a klade mikroba tohoto mezi Schizomycety a Blastomycety; stejně v organismu pozoroval větvení i Metschnikoff (l. c.), jenž po-

ukazuje výslovně na schopnost tohoto mikroba rozmnožovati se pučením a navrhuje pro něho název »*Sclerothrix Kochii*«. Vůbec pokládá většina jmenovaných autorů (Bruns, Coppen-Jones, Semmer, Fischel, Klein a j.) mikroba tohoto za parasitickou jakousi vzrůstovou formu či modifikaci vývojovou vyššího organismu (vláknité plísně — Hyphomyceta), který se adaptoval na parasitární život a formu vzrůstovou tyčinek; za zvláštních okolností vrací se někdy původní jeho morfologický tvar do parasitárního vývojového tyčinkového cyklu.

Hlavně Bruns (l. c.), který ono větvení nazývá involuční formou, nikoli však rázu degenerativního, nýbrž náležející k normálnímu vývojovému cyklu, uvádí na doklad tvrzení, že jedná se o vyšší mikroorganismus, velice nápadně hojné větvení u Mycob. tuberc. drůbeže; snad prý není ještě (asi působením vyšší temperatury tělesné ptáků) úplně adaptován na tento druh zvířat a proto ještě tak často se objevuje ve své původní saprofytické formě.

Experimentálně vyvolali větvení u Mycob. tuberc. Babes a Levaditi (9) a téměř současně též Friedrich (57) s velikou pravidelností v organismu, první injekcí subdurální agarové kultury do meningů, poslední pak injekcí emulse bakterií ve fysiologickém roztoku intraarterielně nebo intravenosně; v obou případech nalezena byla ve zvířecím organismu ložiska upomínající na aktinomykotické drusy (hustá spleť rozvětvených vláken s kyjovitými terminálními ztluštěninami v široké zoně na periferii ložiska paprskovitě se rozbíhajícími). První pokládají tyto útvary za regressivní, ježto používali k pokusům slabě virulentních kultur, kdežto Friedrich je pokládá za projev zvláštní vzrůstové energie na výši vývoje. Lubarsch (111) a Schulze (168), kteří experimentálně kontrolovali tyto údaje, dospívají k názoru, že tyto aktinomykotické formy nejsou výrazem čisté degenerace, nýbrž mají význam abortivních forem vzrůstových (»Hemmungsmißbildungen«) a že organismy tvořící tyto útvary jest klásti v systému jako samostatnou přechodní formu mezi bakterie a hyphomycety.

Droba (43) pozoroval v kulturách tuberkulosního mikroba nejrůznější věci; kromě rozvětvených neseptovaných

mycelií, obsahujících lesknoucí se zrnéčka rozpustná v étheru, viděl kopulaci pohlavních buněk, tvorbu zygo- a stylospor, jich klíčení, dále tvorbu sporangií a konidií, které rovněž klíčily. Proto zařazuje tento mikroorganismus k Chaetocladiaceím.

Miehe (129) pozoroval tvorbu větví u tohoto mikroba in vivo, a soudí, že pravé větvení je relativně daleko řidčí nežli nepravé, které napodobuje zvláštní způsob vzrůstu a rozmnožování tyčinek tuberkulosních; dceřinná jedna polovice rozdělivší se tyčinky ohne se poněkud na pólu v místě rozdělení a roste dále ve směru druhé poloviny kolem této se sunouc (»vorbeigleitend«). Ohledně systematického postavení přikloňuje se Miehe k zařazení tohoto mikroba dle Lehmann-Neumanna, t. j. k Aktinomycetům. A. Meyer (126a) pokládá však mikroba tuberkulosy za čistý rod Bakterium, ježto větvení objevuje se též u jiných bakterií.

P ů s o b e n í m c h e m i c k ý c h a g e n c i í podařilo se experimentálně vyvolati hojné větvení tuberkulosního mikroba s aktinomykotickým myceliem Péju et Rajatovi (146ij) přidáním 4% JK do bouillonu, a Loebovi (110) přidáním NaCl. První dva soudí, že tento mikrob je (l. c. p. 682) ... »simple stade dans la vie d'un microorganisme filamenteux et ramifié, saprophyte banal et encore mal classé, ayant revêtu la forme bacillaire dans son cycle d'adaptation à la vie parasitaire.«

U velice příbuzného mikroba předešlému, t. j. *Mycobakt. leprae,* popsali a vyobrazili pravé větvení Babes (8), Levy (108), Czaplewski (36) a Kedrowski (93).

Druhou skupinou mikrobů s pravidelným větvením jest rod *Corynebacterium.*

U *Corynebact. diphtheriae* konstatoval pravé větvení již A. Neisser (139) a Babes (8), kteří je pokládají za výraz involuce. Klein (95a) tvrdí, že mikrob tento spolu s původcem tuberkulosy »eine Phase im Lebenscyklus eines den Mycelpilzen morphologisch verwandten Mikroorganismus darstellen.« C. Fränkel (55) nacházel často v čerstvých kulturách na krevním seru větvení, nejjistěji pak v kulturách na vařeném bílku (vařeném vejci); podobně získávali téměř pravidelně v kulturách na vejci rozvětvené formy Bernheim a

Folger (15), kteří však též velice často nalezli tyto rozvětvené formy již v nátěrech direktně z diphtheritických pseudomembran. Na vaječných výživných půdách pozorovali větvení též Abbott & Gildersleeve (2), kteří podobně jako Hill (83) a Kanthack (91) nepokládají větvení u tohoto mikroba za znak mycelia a fási normálního vývoje, nýbrž spíše za zjev involuce nebo degenerace, a proto se vzpírají zařadění tohoto organismu k Hyphomycetům.

Kromě jmenovaných Bernheim & Folgera (l. c.) je to pouze Berseneff (16), který viděl rozvětvené formy u tohoto organismu direktně v diphtheritickém povlaku.

Krásně rozvětvené formy viděl též Schütz a to na glycerinovém agaru a Meyerhof (127) zvláště na alkalisovaných bramborech.

Oproti názorům autorů, kteří pokládají větvení u tohoto mikroba za zjev degenerační (l. c.), dokazují údaje jiných, že jedná se nikoliv o zjev degenerační, nýbrž o zvláštní formy vzrůstové. Tak již údaje Berestnewa, Berseneffa a Hilla (l. c.), kteří nalezli je v úplně virulentních, čerstvých kulturách a to hned po přeočkování z infikovaného organismu na umělý substrát výživný. Dále pak jsou to nálezy Spiriga (179), Cacheho (28) a Hilla (83), kde větvení u tohoto mikroba s typickým vytvářením mycelia stalo se téměř normou. Prvnímu z nich podařilo se vypěstovati mikroba diphtheriae ve formě kolonií již s makroskopickým vzhledem plísňovitým s úplným vytvořením vzdušného plísňovitého mycelia a dokonce i s tvorbou fragmentačních konidií. Cache pěstoval tento organismus v Uschinskiho minerálním výživném roztoku, kde mu tento rostl hlavně jen v podobě rozvětveného mycelia; pouze určitými zákroky (pěstováním v bouillonu a to přeočkováním do bouillonu z mladých kultur) dostal opět typické tyčinkovité mikroby. Očkováním u zvířat dokázal opětovaně identitu tohoto plísňovitého mikroba s typickým mikrobem diphtherie a zároveň i to, že neztratil virulenci, byť i tato byla částečně menší. Proto také uznává Cache Lehmann-Neumannovu nomenklaturu a zařazení tohoto mikroba v systemu za správné. Concetti (31) vypěstoval (obráceně jako Spirig) z kultury organismu morfologicky stejného s Aktinomyces (a zavinivšího v jistém případě subakutní la-

ryngitidu) v anaerobiose typického Loefflerova bacilla se všemi jeho morfologickými i biologickými znaky, jakož i s jeho pathogenitou.

Ač tyto údaje všechny nepostrádají zajímavosti a pravděpodobnosti, přece by bylo třeba je o h l e d n ě d e t a i l ů podrobiti kontrole.

Concetti (31) přijímá podobně jako dříve citovaní někteří autoři u Mykobakt. tuberculosis u Loefflerova bacilla též dvě formy v jeho vývojovém cyklu, t. j. formu parasitární a formu saprophytickou.

Vznik větvení vysvětluje Bernheim a Folger (l. c.) tak, že buď vypučí jeden nebo více postranních pupenů pod téměř pravým úhlem z přímého nebo pod úhlem ohnutého individua, anebo, že se tlustý terminální kyjovitý konec tyčinky vidlicovitě rozdělí ve dva výběžky, které zase mohou dáti vznik novým vidlicovitým větvením. Dle Hilla (l. c.) pak existují dva případy ramifikace: v prvním je větvení aktivní již v mladých kulturách agarových, beroucí původ v pučení a jeho cílem je rozmnožování; tu má pak ramifikace ráz reversionární nebo evolutionární. V případě druhém běží o ráz involucionární, zaviněný degenerativními změnami morfologickými, napodobujícími pouze pravé větvení.

U *Corynebacterium mallei* popsali pravé větvení v kulturách hlavně Levy (108), Marx (120), Galli-Valerio (59), Conradi (32), Mayer (122). Hlavně Conradi zabýval se pečlivě otázkou větvení u tohoto mikroba a přinesl krásné příspěvky k morfologii těchto forem. Pravidelné jich objevování se u naprosto virulentních kultur opravňuje ho dojista k tvrzení, že nejedná se o formy degenerační. Soudí pak podobně jako citovaní autoři při větvení mikroba tuberkulosy, že i mikrob ozhřivky je původně mikrobem saprofytickým, který během fylogenetického vývoje se akkomodoval na parasitární život v těle organismu, při čemž ztratil část svých vzrůstových forem. Proč v těle neobjevuje se u tohoto mikroba ono větvení, vysvětluje Conradi tím způsobem, že jeho intensita vzrůstu v organismu tak se zvětší, že jednotlivé fáse vývojové, hlavně stadium větvení úplně odpadá, což se snaží filosoficky odůvodniti . . . l. c. p. 172: »Bei der natürlichen Auslese nämlich gingen sicherlich jene Formen siegreich hervor,

welche mit dem geringsten Aufwand an Zeit und Mühe sich heranbildeten, während die complicirten, reich gegliederten Gebilde, die Verzweigungen, unterlagen und aus dem parasitischen Formenkreise gänzlich ausschieden.«

Ohledně systematického zařazení přimlouvá se Conradi vřele za zařazení do systemu Hyphomycetů; kdyby nescházelo fruktifikačních orgánů, zařadil by tohoto mikroba spolu s tuberkulosním a diftheritickým direktně k Aktinomycetům, a soudí proto, že provisorní jich zařazení v systému dle Lehmann-Neumanna je naprosto oprávněné.

Wolff (202), který experimentálně kontroloval údaje o větvení u různých bakterií, nalezl pravé větvení pouze u Mykobakterium tuberculosis, Corynebact. diphtheriae a mallei. Ovšem nemá negativní jeho nález u ostatních bakterií valné ceny, ježto pěstoval všechny tyto bakterie pouze na obyčejném agaru.

Sem patří též všechny údaje o rozvětvených formách mikroba kořenových nádorků Leguminos a mikrobů žijících v symbiose s listy některých rostlin a o nichž obšírně bylo pojednáno již dříve. Z těchto zasluhuje zde zvláštní zmínky údaj Georgewitchův (62c).

Tento badatel rozeznává dva druhy mikrobů kořenových nádorků u Vicia sativa — 1. nerozvětvený, sporogenní druh krátkých, velice pohyblivých tyčinek, 2. dlouhý, rozvětvený a nepohyblivý, který se bujně větví v kultuře na bramboru (?).

Tvoření větví vykládá tím způsobem (a přiložené [asi schematisované!] obrázky to potvrzují), že dospělé individuum rozděleno jest přepážkami ve více částí, z nichž některá interkalární vytvoří hrboulek, který vypučí ve větévku. Stejného něco popisuje též Nakanishi (137), který u svého Bacillus variabilis lymphae vaccinalis popisuje a zobrazuje na tab. V. obr. 6 t. analogický zjev.

Heinze (79) popsal rozvětvené formy Azotobakteru, které nazývá »Azotobakter-Bakteroiden« a připisuje jim povahu sporangia.

*

Jak jsem vylíčil v prvním dílu své práce, podařilo se mi pravidelně vyvolati pravé větvení u Bac. megatherium spec. i var. (u prvního daleko distinktnější a upomínající na pravé plísňové hyfy) za týchž podmínek, jako teratologické formy vzrůstové, pouze zvýšením koncentrace použitých stimulantií. (Viz tab. VI., obr. XIV. 13AB).

Jest vidno, že podmínky vzniku tohoto pravého větvení jsou v podstatě tytéž jako při vzniku abnormálních forem u téhož mikroba vůbec, pouze snad budou se lišiti graduálně. Rovněž totéž platí i o větvení u mikrobů pod vlivem solí různých v případech Maassen a Gamaleia. Jest tudíž vidno, že vznikání pravého větvení v těchto případech je pouze extrémem tvorby abnormálních forem vzrůstových.

A. Meyer (126a) pozoroval pravé větvení u Bac. cohaerens, jak praví — náhodně, bez jakékoliv souvislosti s jakostí substrátu nebo temperatury. L. c. p. 58 praví výslovně: »Nach diesen Erfahrungen scheinen also wesentlich innere Gründe die Zweigbildung zu veranlassen.« Vznik ramifikace však přece snaží se aspoň uvésti v souvislost s vnějšími změnami na bacillu a praví, že tendence větvení podporována jest tou okolností, že septování vláken v podstatě jest potlačováno, tvoření »oidií« zpomaleno a za to tvoření vláken nabývá vrchu, fakt to, na nějž upozornil jsem při výkladu tvorby teratologických forem vzrůstových.

Když nebereme v úvahu případ Lepeschkinův l. c., kde jedná se o skutečnou dědičnou variaci, o případy větvení u Mykobakterií a Corynebakterií a bakteroidy, tu můžeme říci, že pravé větvení u bakterií je zjevem úplně atypickým, přes to že existuje, jak vidno z předcházejícího, v literatuře celá řada údajů.

O bakteroidech možno říci, že jsou to teratologické formy vzrůstové, akkomodované na zvláštní symbiotický způsob života, u nichž větvení je pravidlem a výsledkem adaptace, a které možno s dobrým svědomím považovati za botanické »modifikace«; přestanou-li podmínky, za nichž větvení vzniká (symbiosa), ztrácí se i větvení (na umělé výživné půdě) a stává se zjevem daleko řidčím.

Co vyvolává u nich větvení, není známo. Zajisté však, že je to latentní schopnost plasmatu jich buňky, která se probouzí v symbiose vlivem stimulantií, vylučovaných buňkami hostitelské rostliny.[64])

Stejně dlužno si vysvětlovati náhodná větvení u ostatních bakterií tím, že dřímající schopnost buněčného plasmatu k větvení jest v určitých případech probouzena různými stimuliny. Tak, chceme-li mluviti konkretně, jest plasma buněčné bac. megatherium nadáno schopností reagovati na vliv určitých stimulinů (v tomto případě sůl fosforečná a glukosa ve vysoké koncentraci) vytvářením větví.

Různé mikroby reagují různě na stejné vlivy, jak vidno ostatně z konkretního případu Bac. megatherium spec. a var., kteréžto oba druhy resp. variety sice v podstatě (následkem příbuznosti) stejně, avšak graduálně nestejně odpovídají na touž irritaci (viz obrázky na tab. VI., XIV. 13AB).

Vůbec musí se zjev teratologických forem vzrůstových, ukládání reservních látek a jako extrém jmenovaných forem — pravé větvení u bakterií — pojímati se širšího hlediska a nesmí se omezovati pouze na určitý druh mikrobů. Vytčené snahy bakterielního protoplasmatu jsou latentní v buňce všech mikrobů, avšak jich manifestace je individuální; projev formativních účinků u jednotlivých chemických činidel (za něž možno i výživné látky pokládati) je u různých mikrobů různý a záleží na tom, vykombinovati určitý poměr podmínek formativních, aby u každého mikroba došlo k těmto změnám; ne každý mikrob reaguje stejným způsobem a stejnou intensitou na vlivy formativní, a záleží na experimentátorovi vystihnouti u určitého mikroba jeho »záliby«.

Význam větvení u bakterií byl rovněž tak jako ostatních abnormálních změn u bakterií pojímán různě. Tak Migula v referátu k práci Johan-Olsenově (Koch's Jahresb. Bd. 8. 1897, p. 25) a Fischer vysvětlují větvení »involucí«.

---

[64]) Že skutečně existují taková stimulancia, vidno z toho, že různí badatelé (viz dříve literaturu!) nalezli experimentálně různé látky chemické, které jsou s to v umělé kultuře v hojném množství vyvolati tvorbu bakteroidů.

Avšak daleko četnější jsou práce, v nichž větvení bakterií (hlavně u rodů Mycobacterium a Corynebacterium) přiváděno v úzkou souvislost se systematickým postavením v říši rostlinné. Toť názor p r o s p e k t i v i s t ů, kteří nejen rozvětvené formy bakterií, nýbrž i abnormální metamorfosy a tělesa sporoidní pokládají za vyšší organismy (viz str. 71).

U svrchu řečených dvou rodů, kde větvení není žádnou zvláštností, není divné, když vyskytnou se názory, považující tyto organismy v stadiu vývoje normálních bakterielních tyčinek v kultuře za parasitární vývojovou etappu vyššího plísňovitého organismu saprofytického (viz lit. str. 78). To upomíná nás na dávné snahy některých badatelů uvésti všechny bakterie na hlavní formu plísňovitou, žijící saprofyticky (Johan-Olsen 144). Rovněž Schürmayer (166) dospívá po dlouhém experimentálním studiu k názoru, že vyšší bakterie (Aktinomycety, tuberkulosní bac. atd.) jsou příbuzny, a jich bacillární stadium tvoří pouze jednu etappu vývojovou vyšší formy plísňovité; forma mateřská — thallus — prý se čas od času objeví též na umělých půdách živných.

Všechny tyto názory jsou při nejmenším nedoloženy právě jako ty různé fruktifikační orgány, popsané u těchto bakterií; zajímavější je však názor Meyerův l. c. ohledně větvení u bakterií: L. c. p. 59 praví: »Die Species der Gattungen Bacillus und Bacterium, wahrscheinlich auch der Gattung Spirillum, haben von ihren Vorfahren her die Fähigkeit der Verzweigung ererbt; die Bildung von Zweigen tritt jedoch nur noch selten und in rudimentärer Weise ein. Sie findet am normalsten im Jugendzustande der Species statt, in einem Stadium des Entwicklungsganzes des Species, in welchem wahrscheinlich die Bildung des verzweigten Mycels bei den Vorfahren der Bakterien lag.«

Na to trefně odpovídá Kruse 101 p. 8: »Die... Verzweigungen als »Rückschläge« zu betrachten, wird nur der vermögen, der mit A. Meyer die Bakterien als entartete Pilze ansieht. Uns erscheint dies ausgeschlossen. W i r f o l g e r n u m g e k e h r t d a r a u s, d a ß d i e Z w e i g b i l d u n g d e r P i l z e e i n e E i g e n s c h a f t i s t, d i e s c h o n b e i d e n B a k t e r i e n i m K e i m a n g e d e u t e t i s t, s i c h a b e r

erst bei den Pilzen und Strahlenpilzen zu einer festen Eigenschaft entwickelt hat.«[65])

Stejného názoru jsem i já; myšlenka táhnoucí se jako červená nit spisy VELENOVSKÉHO (193) — snaha po pokroku (princip zdokonalení), jíž nadána jest každé plasma, tudíž i bakterielní — stala se i mně vůdčí myšlenkou. Tato snaha po vyšším vývoji ve fylogenetickém směru k plísním je východisko oné schopnosti buňky bakterielní odpovídati na určité podráždění větvením.

A dojista je pravděpodobnějším tento názor, nežli MEYERŮV; proč máme hledati atavismus u tak jednoduchých bytostí jako jsou bakterie, a kde máme hledati pak předchůdce či prarodiče plísní jinde nežli v bakteriích, které by (kdybychom nechali platiti názor MEYERŮV) byly potomky sama sebe?!

Literatura.

1. ABDERHALDEN E. — Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. VIII. Bde. Berlin & Wien (Urban & Schwarzenberg) 1914.
2. ABBOT A. C. u. N. GILDERSLEAVE — On the branching occasionally exhibited by Bac. diphteriae. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. 35. 1903, p. 273.)
3. ALBRECHT H. und A. GHON — Über die Beulenpest in Bombay. (Denkschr. d. math.-naturwiss. Klasse d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1898 u. 1900).
4. ALMQUIST ERNST — Neue Entwickelungsformen des Choleraspirills und der Typhusbakterie. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. 37. 1904. p. 18.)
5. AMATO A. — Über die feine Struktur der Bakterien (ibidem Bd. 48. 1909, p. 385.)
6. AMBROŽ A. — *a)* Vývojový cyklus bacilla nitri spec. nova. jako příspěvek k cytologii bakterií. (Rozpr. Čes. Akad. cís. Fr. Jos. Roč. XVIII. 1909, č. 22.)

   b) Symbiosa bakterií s listy zelených rostlin. (Souborný referát v čas. »Příroda«, roč. XII., č. 4, 1913.)

   c) idem (*Preslia* — Věstník české botanické společnosti 1914, p. 31—40.)

---

[65]) Mnou proloženo.

7. Aronson H. — Zur Biologie der Tuberkelbazillen. (Berl. klin. Wochensch. 1910. Nr. 35, p. 1617.)

8. Babes V. — *a)* Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen, Sporenbildung, Verzweigung, Kolben- u. Kapselbildung pathogener Bakterien. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **20.** 1895, p. 412.)

b) Ueber die Kultur der von mir bei Lepra gefundenen Diphteridee. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **25.** 1899, p. 44.)

9. Babes et Levaditi — Sur la forme actinomycosique du bacille de la tuberculose. (Arch. de méd. expér. et d'anatomie pathol. 1897. Nr. 6.

10. Baumgarten P. — Zur Frage der Sporenbildung bei Rotzbacillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Bd. **3.** 1888.)

11. Behring von — Beitrag zur Lehre von den Infektionswegen der Tuberkulose. (Tuberculosis Bd. **6.** 1907. p. 429.)

12. Beijerinck M. W. — *a)* Die Bakterien der Papilionaceen-Knöllchen. (Bot. Ztg. Jhrg. **46.** 1888. p. 725.)

b) On different forms of hereditary variation of microbes. (Kon. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam 27. Oktober 1900; ref. Koch's Jahresb. d. Gärungsorg. Jhrg. **11.** 1902. p. 91.)

13. Berestnew N. M. — Ueber verästelte Diphteriebacillen. (Russisch in Russkij Archiv Pathol. Bd. **3.** 1897; ref. Baumgarten's Jahresb. B. **13.** 1897. p. 260.)

14. Bergey D. H. — Involutions- und Degenerationsformen von Bakterien. (Ctblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. **40.** 1907. p. 360.)

15. Bernheim J. und C. Folger — Ueber verzweigte Diphteriebacillen. (Ibidem Abt. I. Bd. **20.** 1896. p. 1.)

16. Berseneff — Bacilles diphtériques ramifiés. (Wratsch 1896. Nro. 41; ref. Koch's Jahresb. Jhrg. **8.** 1897. p. 25.)

17. Billet — Contribution a l'étude de la morphologie et du développement des bactériacées. Thèse. Lille (Inprim. L. Danel.) 1890.

18. Birch-Hirschfeld — Ueber die Züchtung von Typhusbacillen in gefärbten Nährlösungen. (Arch. f. Hyg. Bd. **10.** 1887. p. 341.)

19. Bonome A. und M. Vivaldi — Ueber die spezifische Wirkung einiger Substanzen auf die Entwicklung und die pathogenen Eigenschaften des Rotzbacillus. (Deutsche mediz. Wochenschr. Jhrg. **18.** 1892. p. 985.)

20. Braem C. — Untersuchungen über die Degenerationserscheinungen pathogener Bakterien im destillierten Wasser. (Ziegler's Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allgem. Pathol. Bd. VII. 1889. p. 11.)

21. Brazzola F. — Ricerche sul Microorganismo specif. della Morva. (Clinica veter. Vol. **9.** 1886. cit. nach Wladimiroff (**201**).

22. Bruns Hayo — Ein Beitrag zur Pleomorphie der Tuberkelbacillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **17.** 1895. p. 817.)

23. Buchanan E. — *a)* The gum produced by Bacillus radicicola. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **22.** 1909. p. 371.)

b) The Bacteroids of Bacillus radicicola. (Ibidem. Abt. II. Bd. **23.** **1909.** p. **59.**)

24. Buchner — Beiträge zur Morphologie der Spaltpilze. (Nägeli's Untersuchungen über niedere Pilze **1882.**)

25. Bunge R. — Ueber Sporenbildung bei Bakterien. (Fortschr. d. Medizin. Bd. **13.** **1895.** p. 813, 853.)

26. Burchard Georg — Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien. (Inaug. Dissert. Karlsruhe [Nemmich] 1898.)

27. Cacace — Sulle variazione morfologiche dell bacillo della peste. (Giorn. dell' assoz. Napol. Vol. **12**; cit. Dieudonné u. Otto [**40**] p. 162.)

28. Cache Ar. — De la culture du bacille de diphtérie croissant en fils ramifiés. (Ctblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **29.** **1901.** p. **975.**)

29. Casagrandi O. — *a)* Ueber die Morphologie der Blastomyceten. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **3.** **1897.** p. 563.)

b) Sulle relazione tra bacteri proto-, meta- e paratrofi e in particolar modo sulle relazioni tra bacteri ebertiformi, pseudoebertiformi e forme bacteriche superiori. I. (Annal. d'igiene sperim. N. S. vol. **11.** **1901.** p. 163; ref. nach Dietrich A. — [**38**] p. 26.)

30. Caspari — Ueber die Konstanz der Sporenkeimung bei den Bacillen und ihre Verwendung als Merkmal zur Artuntersuchung. (Arch. f. Hyg. Bd. **42.** **1902.** p. 71.)

31. Concetti — Ueber die aktinomykotische Form des Loefflerschen Bacillus in gewissen Zuständen saprophytischen Lebens. (Arch. f. Kinderheilk. Bd. **31.** **1901.** Heft 3—4; ref. Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. **31.** **1902.** p. **400.**)

32. Conradi H. — Die Hyphomycetennatur des Rotzbacillus. (Zeitschrift f. Hyg. Bd. **33.** **1900.** p. **161.**)

33. Coppen-Jones A. — Ueber die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes und über die Kolbenbildung bei Aktinomykose und Tuberkulose. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **17.** **1895.** p. 1 u. 70.)

34. Cornet G. und H. Kossel — Tuberkulose. (Kolle-Wassermann — Hanb. d. path. Mikroorg. II. Aufl. Bd. V. **1913.**)

35. Craig — Journ. of exper. med. Vol. **3.** **1898.** p. **363**; cit. Cornet & Kossel (**34.**) p. 405.

36. Czaplewsky — Ueber einen aus einem Leprafalle gezüchteten alkohol- und säurefesten Bazillus aus der Tuberkelbazillengruppe. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **23.** **1898.** p. **100.**)

37. Dawson M. — *a)* Nitragin and the nodules of leguminous plants. (Royal Society London; ref. Koch's Jahresb. Bd. **10.** **1899.** p. **270.**)

b) Further Observations on ‚Nitragin' and on the Nature and Functions of the Nodules of Leguminous Plants. (Proceeding

of the Royal Society of London vol. **66.** 1900. p. 63; ref. KOCH'S Jahresb. Bd. 11. 1900. p. 273.)

38. DIETRICH A. — Ueberblick über unsere Kenntnisse von der Morphologie und Biologie der Bakterien. Sammelreferat. (Zeitschrift f. allg. Physiologie Bd. III. 1903. Heft 2. p. 23—75.)

39. DIETRICH A. und G. LIEBERMEISTER — Sauerstoffübertragende Körnchen in Milzbrandbazillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **32.** 1902. p. 858.)

40. DIEUDONNÉ u. OTTO — Pest. (KOLLE-WASSERMANN — Handb. d. path. Mikroorg. 2. Aufl. Bd. **2.** p. 162.)

41. DIXON S. G. — Involution form of the tubercle bacillus and the effect of subcutaneous injections of organic substances on inflammations. (Proceed. of the Acad. of Natur. Sci. of Philadelphia, February 1893.)

42. DORSET M. — Eine Bemerkung über verzweigte Formen des Tuberkelbacillus, die in Kulturen gefunden wurden. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. **31.** 1902. p. 305.)

43. DROBA ST. — Die Stellung des Tuberkuloseerregers im System der Pilze. Vorl. Mitt. (Anzeiger d. Akad. d. Wissensch. Krakau. Math.-naturwiss. Klasse. 1901. p. 309; ref. KOCH'S Jahresber. Bd. **13.** 1902. p. 57.)

44. DUNBAR — Zur Frage der Stellung der Bakterien, Hefen und Schimmelpilze im System. München und Berlin 1907.

45. EHRLICH P. — Beiträge zur Theorie der Bacillenfärbung. (Charité-Annalen Jhrg. **11.** 1886. p. 123; ref. BAUMGARTEN'S Jahresber. Bd. **2.** 1886. p. 195.)

46. EISENBERG PH. — *a)* Ueber Fetteinschlüsse bei Bakterien. (Farbchemische Untersuchungen.) (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **48.** 1908. p. 257.)

b) Weitere Untersuchungen über Fetteinschlüsse bei Bakterien. (Ibidem. Abt. I. Orig. Bd. **51.** 1909. p. 115.)

47. EISLER VON M. — Ueber Wirkungen von Salzen auf Bakterien. (Ibidem. Abt. I. Orig. Bd. **51.** 1909. p. 546.)

48. VAN ERMENGEM E. — Recherches sur le mikrobe du cholera asiatique. Paris 1885 (Carré) et Bruxelles (Manceaux), 366 pp. (Ref. BAUMGARTEN'S Jahresber. Bd. **1.** 1885. p. 111.)

49. ERNST P. — *a)* Ueber den Bacillus Xerosis und seine Sporenbildung. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **4.** 1888. p. 25.)

b) Ueber Kern und Sporenbildung in Bakterien. (Ibidem. Bd. **5.** 1889. p. 248.)

50. FABER VON F. C. — Das erbliche Zusammenleben von Bakterien und tropischen Pflanzen. (Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. **51.** 1912. p. 285—375.)

51. FEDOROLF K. — Der Einfluss des Chlorlithiums auf Bakterien. (Wratsch Bd. **16.** 1895. p. 1084; ref. KOCH'S Jahresb. Bd. **7.** 1896. p. 58.)

52. Ferrán J. — Origen, polimorfismo y heteroecia de las bacteriàceas en sus relaciones con la hygiene y la patogenia. (Barzelonaer Aerzte-Kongress 1888; ref. Ctlblt. f. Bak. etc. Abt. I. Bd. **6.** 1889. p. 48.)

53. Fischel F. — *a)* Zur Morphologie und Biologie des Tuberkelbazillus. (Berl. klin. Wochenschr. 1893. Nro. 41.)

b) Untersuchungen über die Morphologie und Biologie des Tuberkuloseerregers. Wien 1893. (Braumüller). (Ref. Baumgarten's Jahresb. Bd. **8.** 1893. p. 665.)

54. Flügge C. — Die Mikroorganismen. III. Aufl. Leipzig (F. C. W. Vogel). 1896.

55. Fränkel C. — *a)* Eine morphologische Eigentümlichkeit des Diphteriebacillus. (Hyg. Rundschau 1895. N. 8. p. 349.)

b) Die ätiologische Bedeutung des Loeffler'schen Bacillus. (Deutsche med. Wochenschr. Jhrg. **45.** 1895. p. 172.)

56. Frank B. — *a)* Ueber die Pilzsymbiose der Leguminosen. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. **7.** 1889. p. 332.)

b) Ueber den Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. (Ibidem. Bd. **10.** 1892. p. 170.)

c) Ueber Moeller's Bemerkungen bezüglich der dimorphen Wurzelknöllchen der Erbse. (Ibidem. Bd. **10.** 1892. p. 390.)

57. Friedrich P. L. — Ueber strahlenpilzähnliche Wuchsformen des Tuberkelbazillus im Tierkörper. (Deutsche mediz. Wochenschrift 1897. Nro. 41. p. 653.)

58. Fuhrmann Fr. — *a)* Entwickelungszyklen bei Bakterien. (Beih. z. botan. Ctlblt. Bd. **23.** Abt. I. 1908. p. 1.)

b) Vorlesungen über technische Mykologie. Jena (G. Fischer) 1913.

c) Biologie der Knöllchenbakterien der Leguminosen im Lichte neuerer Forschung. (Mitt. d. naturw. Vereins f. Steuermark Bd. **44.** p. 34; ref. Koch's Jahresb. Bd. **19.** 1908. p. 461.)

59. Galli-Valerio-Bruno — Quelques observations sur la morphologie du Bacterium pestis et sur la transmission de la peste bubonique par les puces des rats et des souris. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **28.** 1900. p. 842.)

60. Gamaleia N. F. — *a)* Heteromorphismus der Bakterien unter dem Einfluss von Lithiumsalzen. Russisch. (Wratsch. 1894. p. 541; ref. Koch's Jahresb. Bd. **6.** 1895. p. 23.)

b) Hétéromorphisme des Bactéries sous l'influence de la caféine. (Wratsch 1896. Nro. 4/5; ref. Koch's Jahresb. Bd. **8.** 1897. p. 25.)

c) Elemente der allgemeinen Bakteriologie. Berlin (A. Hirschwald) 1900.

61. Geipel — Ueber die granuläre Form des Tuberkelbazillus. Vortrag in der XVI. Sitzung der Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde Dresden. (Ref. Münch. mediz. Wochenschr. Jhrg. **56.** 1909. p. 1154.)

62. GEORGEWITCH PETER — *a)* Bacillus thermophilus Jivoini nova spec. und Bacillus thermophilus Losanitchi, nova spec. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **27.** 1910. p. 150.)

b) Formation et germination des spores du Bacillus thermophilus vranjensis. (Compt. rend. de l'Acad. Sci. t. CLIII. 1911. p. 837.)

c) De la morphologie des microbes des nodosités des légumineuses. (Compt rend. Soc. biol. T. II. 62 Année 1910. p. 276.)

63. GIBIER P. — Réaction colorante du Bacillus tuberculosis sur d' autres microbes. (Compt. rend. de l'Acad. Sci. Soc. Biol. 1897. p. 798; ref. Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **25.** 1899. p. 392.)

64. GOTTHEIL O. — Botanische Beschreibung einiger Bodenbakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **7.** 1901. p. 430.)

65. GOTSCHLICH E. — Allgemeine Morphologie und Biologie der pathogenen Mikroorganismem. (KOLLE-WASSERMANN — Handb. d. pathog. Mikroorg. II. Aufl. 1913. Bd. **1.**)

66. GRASSBERGER R. — Zur Frage der Scheinfädenbildung in Influenzakulturen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **23.** 1898. p. 353.)

67. GRETHE G. — Ueber die Keimung der Bakteriensporen. (Fortschr. d. Medizin Bd. **19.** 1897. p. 43.)

68. GRIMME A. — *a)* Die wichtigsten Methoden der Bakterienfärbung in ihrer Wirkung auf die Membran, den Protoplasten und die Einschlüsse der Bakterienzelle. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **32.** 1902. p. 1.)

b) Einige Bemerkungen zu neueren Arbeiten über die Morphologie des Milzbrandbacillus. (Ibidem. Abt. I. Orig. Bd. **36.** 1904. p. 352.)

69. GRÖNING G. — Vergleichende Untersuchungen über die Streptokokken des Kuheuters, des Rinderdarmes und des Stallbodens. Dissert. Bern. (Stämpfli & Co.) 1901. (Ref. KOCH's Jahresber. Bd. **13.** 1902. p. 452.)

70. GUIGNARD et CHARRIN — Sur les variations morphologiques des microbes. (Compt. rend. de l'Acad. Sci. t. **105.** 1887. p. 1192.)

71. GUILLIERMOND — *a)* Les corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. (Bull. de l'Inst. Pasteur t. **4.** 1906. p. 145.)

b) Contribution à l'étude cytologique des Bacilles endosporés. (Arch. f. Protistenk. Bd. **12.** 1908. p. 9.)

c) A propos des corpuscules métachromatiques ou grains de volutine. (Arch. f. Protistenk. Bd. **19.** 1910. p. 289.)

72. HAMMERL H. — Studien über die Morphologie des Vibrio cholerae asiaticae. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **41.** 1906. p. 611.)

73. HANKIN G. H. and B. H. F. LEUMANN — A method of rapidly identifying the microbe of bubonic plague. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **22.** 1897. p. 438.)

74. Hansen E. Chr. — *a)* Contributions à la connaissance des organismes, qui peuvent se trouver dans la bière et le moût de bière et y vivre. (Resumé aus der Medellelser fra Carlsberg Laboratoriet 1879. p. 74; cit. Prażmowski [151.] p. 38.)

b) Botanische Untersuchungen über Essigsäurebakterien. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 1. 1893. p. 69.)

c) Recherches sur les bactéries acétifiantes. (Annales de microgr. 1894. p. 385; ref. Koch's Jahresb. Bd. 5. 1894. p. 272.)

75. Hartleb R. — (Chemiker-Zeitung Bd. 23. 1900. p. 887.)

76. Hartleb R. und A. Stutzer — *a)* Bemerkungen zu der Mitteilung von Dr. W. Bullmann: »Ueber ein Nitrosobakterium mit neuen Wuchsformen.« (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 3. 1897. p. 621.)

77. Hata S. — Ueber die durch bestimmte anorganische Salze verursachten Degenerationsformen bestimmter Bakterienarten. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. 46. 1908. p. 289.)

78. Heim L. — Lehrbuch der Bakteriologie. Stuttgart (C. Enke) 1898. p. 344.

79. Heinze Berth. — Einige Berichtigungen und weitere Mitteilungen zu der Abhandlung: »Ueber die Bildung und Wiederverarbeitung von Glykogen durch niedere pflanzliche Organismen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 14. 1905. p. 76.)

80. Hennnberg W. — Weitere Untersuchungen über Essigbakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 4. 1898. p. 14.)

81. Herbst Curt — *a)* Ueber die Bedeutung der Reizphysiologie für die kausale Auffassung von Vorgängen in der tierischen Ontogenese I. (Biolog. Ctlblt. Bd. 14. 1894. Nro. 18—22.)

b) II. Hauptteil. Die formativen oder morphogenen Reize. (Ibidem. Bd. 15. 1895. p. 721.)

82. Hibler von E. — Beiträge zur Kenntnis der durch anaerobe Spaltpilze erzeugten Infektionserkrankungen der Tiere und des Menschen etc. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. 25. 1899. p. 593.)

83. Hill W. Hibbert — Verzweigungen bildende Bakterien mit besonderer Berücksichtigung des B. diphteriae. (Journ. of medical research 1902; ref. Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. 31. 1902. p. 303.)

84. Hiltner L. — *a)* Ueber die Bakteroiden der Leguminosenknöllchen und ihre willkürliche Erzeugung außerhalb der Wirtspflanze. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 6. 1900. p. 273.)

b) Ueber die Ursachen, welche die Größe, Zahl, Stellung und Wirkung der Wurzelknöllchen der Leguminosen bedingen (Arb. a. d. biol. Abt. f. Land- und Forstwirtsch. im Kais. Ges.-Amte Bd. I. 1900. p. 177; ref. Koch's Jahresb. Bd. 11. 1900. p. 264.)

85. Hiltner L. und K. Störmer — Neue Untersuchungen über die

Wurzelknöllchen der Leguminosen und deren Erreger. (Ibidem. Bd. 3. 1903. p. 151; ref. Koch's Jahresb. Bd. **14.** 1903. p. 130.)

86. Hlava Jar. — Leuconostoc hominis und seine Rolle bei den akuten exanthematischen Krankheiten. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **32.** 1902. p. 263.)

87. Holzmüller K. — Die Gruppe des Bacillus mycoides Flügge. Inaug. Dissert. Jena (G. Fischer) 1909.

88. Hueppe Ferd. — *a)* Ueber die Dauerformen der sog. Kommabacillen. (Fortschr. d. Med. 1885. p. 619; ref. Baumgarten's Jahresb. Bd. **1.** 1885. p. 125.)

b) Die Methoden der Bakterienforschung. (IV. Aufl. Wiesbaden. 1889.)

89. Jensen C. O. — Die vom Nekrosebacillus (B. necroseos) hervorgerufenen Krankheiten. (Kolle-Wassermann— Handb. d. path. Mikroorg. II. Aufl. Bd. VI. 1913. p. 234.)

90. Jensen Orla — Die Hauptlinien des natürlichen Bakteriensystems. Jena (G. Fischer) 1909.

91. Kanthack A. A. — Ueber verzweigte Diphtheriebacillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **20.** 1896. p. 296.)

92. Kassowitz Max — Allgemeine Biologie. 4. Bde. Wien (M. Perles) 1899—1906.

93. Kedrowski W. J. — Ueber die Cultur der Lepraerreger. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **37.** 1901. p. 52.)

94. Kien G. — Involutions- und Degenerationserscheinungen der Milzbrandbazillen bei 42·5°. (Dissert. Straßburg 1900; ref. Baumgarten's Jahresb. Bd. **16.** 1900. p. 117.)

95. Klein E. — *a)* Ein weiterer Beitrag zur Aetiologie der Diphterie. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **7.** 1890. Nro. 25.)

b) Zur Geschichte des Pleomorphismus des Tuberkuloseerregers. (Ibidem. Bd. **12.** 1892. p. 905.)

96. Kodama T. — Ueber die Morphologie des Pestbazillus. (Mitt. d. Japan. hyg. Gesellsch. Bd. II. H. 4; ref. Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. **42.** 1909. p. 120.)

97. Kohlbrugge H. J. F. — Vibrionenstudien. (Ibidem. Abt. I. Bd. **30.** 1901. p. 695.)

98. Kolkwitz R. — Beiträge zur Kenntniss der Erdbakterien. (Ibidem. Abt. II. Bd. **5.** 1899. p. 670.)

99. Kolle W.: Bericht über die Tätigkeit in der zu Studien über Pest eingerichteten Station des Institutes für Infektionskrankheiten. 1899/1900. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **36.** 1901. p. 397.)

100. Kossel und Overbeck — Bakteriologische Untersuchungen über Pest. (Arb. a. d. Kaiserl. Ges.-Amte Bd. **18.** 1901. p. **114.**)

101. Kruse W. — Allgemeine Mikrobiologie. Leipzig (F. C. W. Vogel) 1910.

102. Kübler P. — Ueber das Verhalten des Mikrokokkus prodigiosus in sauerer Fleischbrühe. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. 5. 1899. p. 333.)

103. Kurth H. — Ueber Bacterium Zopfii, einen neue Bacterienart. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 1. 1883. p. 97.)

104. Kutscher — Die Vibrionen- und Spirillenflora der Düngerjauche. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 20. 1895. p. 46.)

105. Laurent E. — *a)* Sur le microbe des nodosités des Légumineuses. (Compt rend. de l'Acad. Sci. Paris. t. CXI. 1890. p. 754.)
b) Recherches sur les nodosités radicales des Légumineuses. (Anal. de l'Inst. Pasteur. t. 5. 1891. Nro. 2.)

106. Lehmann K. B. und R. O. Neumann — Atlas und Grundriss der Bakteriologie (Bakteriologische Diagnostik). (Lehmann's Mediz. Handatlanten Bd. X. München 1912.)

107. Lepeschkin W. — Zur Kenntnis der Erblichkeit bei den einzelligen Organismen. Die Verzweigung und Mycelbildung bei einer Bakterie (Bacillus Berestnewi n. sp.). (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. 12. 1904. p. 641.)

108. Levy E. — Ein neues aus einem Falle von Lepra gezüchtetes Bacterium aus der Klasse der Tuberkelbacillen. Studien über diese Klasse. (Arch. f. Hyg. Bd. 30. 1897. p. 168.)

109. Lewith S. — Ueber die Ursache der Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen hohe Temperaturen. (Arch. f. experim. Pathol. und Pharmakol. Bd. 26. 1890. p. 641.)

110. Loeb M. — On branching forms of certain bacteria. (Transact. of the Chicago pathol. soc. vol. 5. 1902. p. 146; ref. Koch's Jahresb. Bd. 13. 1902. p. 57.)

111. Lubarsch O. — Zur Kenntnis der Strahlenpilze. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 31. 1899. p. 187.)

112. Lundström A. N. — Ueber Mykodomatien in den Wurzeln der Papilionaceen. (Botan. Ctlblt. Jhrg. IX. Bd. 33. 1888. p. 159.)

113. Luska Fr. — Morphologisch-biologische Untersuchungen über die färbbaren Körnchen im Inhalte des Micrococcus ochraceus. (Arch. f. Protistenk. Bd. 33. 1914. p. 272.)

114. Lyons — Ueber den Einfluß eines wechselnden Traubenzuckergehaltes im Nährmaterial auf die Zusammensetzung der Bakterien. (Arch. f. Hyg. Bd. 28. 1897. p. 30.)

115. Maassen Alb. — Die teratologischen Wuchsformen (Involutionsformen) der Bakterien und ihre Bedeutung als diagnostisches Hilfsmittel. (Arb. a. d. Kaiserl. Ges.-Amte Bd. 21. 1904. p. 385.)

116. Maddox — Journ. of the Royal Microscopical Society 1885. Serie II. Vol. 5. p. 205; cit. Hueppe (88. p. 106).

117. Madsen Thorwald — Zur Biologie des Diphteriebacillus. Zeitschr. f. Hyg. Bd. 26. 1897. p. 156.)

118. MAFFUCCI A. — Die Hühnertuberkulose. Experimentelle Untersuchungen. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **11.** 1892. p. 445.)

119. MARSHALL CHARLES — Microbiology. London (J. & A. Churchill) 1912.

120. MARX H. — Zur Morphologie des Rotzbacillus. (Ctblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **25.** 1899. p. 274.)

121. MATZUSCHITA TEISI — Die Einwirkung des Kochsalzgehaltes des Nährbodens auf die Wuchsform der Mikroorganismen. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **35.** 1900. p. 495.)

122. MAYER GEORG — Zur Kenntnis des Rotzbacillus etc. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **28.** 1900.)

123. MAZÉ — Les microbes des nodosités des légumineuses. (Annal. de l'Inst. Pasteur t. XII. 1898. p. 1.)

124. MEIROWSKY — Untersuchungen über die Stellung der Spirochaeten im System. (Münch. mediz. Wochenschr. Jhrg. **61.** 1914. H. 11. p. 592.)

125. METSCHNIKOFF E. — *a)* Ueber die phagozytäre Rolle der Tuberkelriesenzellen. (Virchow's Archiv Bd. **113.** 1888. p. 63.)

b) Contribution à l'étude du pléomorphisme des bactéries. (Annal. de l'Inst. Pasteur t. **3.** 1889. p. 61.)

c) Recherches sur le choléra et les vibrions. Troisième mémoire sur la variation artificielle du vibrion cholérique. (Ibidem. t. **8.** 1894. p. 257.)

126. MEYER ARTH. — *a)* Ueber die Verzweigung der Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **30.** 1901. p. 49.)

b) Ueber Chlamydosporen und über sich mit Jod blau färbende Zellmembranen bei den Bakterien. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. **19.** 1901. p. 428.)

c) Orientierende Untersuchungen über Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. (Botan. Zeitung Jhrg. **52.** 1904. p. 113.)

d) Die Zelle der Bakterien. Jena (G. Fischer) 1912.

127. MEYERHOF MAX — Zur Morphologie des Diphteriebacillus. (Arch. f. Hyg. Bd. **33.** 1898. p. 1.)

128. MICHAELIDES — Eine durch Ziehlfärbung nicht darstellbare Form des Tuberkelbazillus. (Beitr. z. Klinik der Tuberk. Bd. **8.** 1907. p. 79.)

129. MIEHE HUGO — *a)* Die Selbsterhitzung des Heues. Jena (G. Fischer) 1906.

b) Beiträge zur Biologie, Morphologie und Systematik des Tuberkelbazillus. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **62.** 1908. p. 149.)

c) Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei *Ardisia crispa.* (Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. **53.** 1912. p. 1.)

130. MIGULA W. — System der Bakterien. Jena (G. Fischer) 1897/1900. 2 Bde.

131. Moeller A. — Ein neuer säure- und alkoholfester Bacillus aus der Tuberkelbacillengruppe, welcher echte Verzweigungsformen bildet. Beitrag zur Pleomorphie der Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **25.** 1899. p. 369.)

132. Moeller H. — *a)* Bemerkungen zu Frank's Mitteilung über den Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. **10.** 1892. p. 242.)

b) Entgegnung gegen Frank, betreffend den angeblichen Dimorphismus der Wurzelknöllchen der Erbse. (Ibidem. Bd. **10.** 1892. p. 568.)

133. Morck Dietrich — Ueber die Formen der Bakteroiden bei den einzelnen Species der Leguminosen. Inaug. Dissert. Leipzig 1891.

134. Much H. — *a)* Ueber die granuläre, nach Ziehl nicht färbbare Form des Tuberkulosevirus. (Beitr. z. Klinik der Tuberk. Bd. **8.** 1907. 3. p. 85.)

b) Ueber die nicht säurefesten Formen des Koch'schen Tuberkelbazillus. (Ibidem. Bd. **8.** 1907. Heft 4.)

c) Die nach Ziehl nicht darstellbaren Formen des Tuberkelbazillus. (Berl. klin. Woch. 1908. Nro. 14.)

d) Granula und Splitter. (Beitr. z. Klinik d. Tuberk. Bd. **11.** 1908. p. 67.)

135. Mühlschlegel A. — Ein Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Bakterien nach Studien an drei Körnerbacillen. (Arb. a. d. Kaiserl. Ges.-Amte Bd. **15.** 1898. p. 131.)

136. Naegeli — *a)* Die niederen Pilze in ihrer Beziehung zu den Infektionskrankheiten. München 1877.

b) Untersuchungen über niedere Pilze. München und Leipzig 1882.

137. Nakanishi K. — Ueber den Bau der Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **30.** 1901. p. 97.)

138. Neelsen — Studien über die blaue Milch. (Cohn's Beiträge zur Biologie Bd. **3.** Heft 2.)

139. Neisser A. — Versuche über die Sporenbildung bei Xerosebacillen, Streptokokken und Choleraspirillen. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **4.** 1888. p. 166.)

140. Neisser M. und H. A. Gins — Ueber Diphterie. (Kolle-Wassermann — Handb. d. pathog. Mikroorg. II. Aufl. Bd. **5.** 1913. p. 931.)

141. Neumann P. — Die Bakterien der Wurzelknöllchen der Leguminosen. (Landw. Versuchs-Stationen Bd. **56.** 1901. p. 187.)

142. Nobbe F., E. Schmid, L. Hiltner und E. Hotter — Die Stickstoffassimilation der Leguminosen. (Landw. Versuchs-Stationen Bd. **39.** 1891. p. 327.)

143. Nocard et Roux — Sur la culture du bacille de la tuberculose. (Annal. de l'Inst. Pasteur t. **1.** 1887. p. 19.)

144. Olsen-Johan O. — Zur Pleomorphismusfrage. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **3.** 1897. p. 273.)

145. Paratore E. — Sul polimorfismo del Bacillus radicicola Beijer. (Malphigia T. **15.** 1902. p. 175; ref. Koch's Jahresb. Bd. **13.** 1902. p. 487.)

146. Péju G. et H. Rajat — *a)* Le colibacille dans les milieux salins. (Compt. rend. soc. biol. t. **60.** 1906. p. 628.)

b) Vue d'ensemble sur l'action de l'jodure de potassium, facteur de polymorphisme chez les bactéries. (Ibidem. t. **61.** 1906. p. 225.)

c) Note sur le polymorphisme des bactéries dans l'urée. (Ibidem. t. **61.** 1906. p. 477.)

d) Quelques nouveaux cas de polymorphisme de bacille par l'jodure de potassium. B. de la psitacose, B. de la dysénterie (Vaillard et Dopter), B. enteridis (Gärtner) etc. (Ibidem. t. **60.** 1906. p. 816.)

e) Modifications morphologiques et biologiques des bactéries dans les milieux salins. (Compt. rend. assoc. franç. pour l'avanc. d. sc. [Lyon] 1906. p. 879.)

f) Variations morphologiques et biologiques des bactéries dans les milieux salins. (Journ. de physiol. et de pathol. géner. t. **8.** 1906. p. 868.)

g) Polymorphisme expérimental du bacille d'Eberth. (Compt. rend. soc. biol. t. **61.** 1906. p. 336.)

h) Quelques nouveaux cas de polymorphisme de bacilles par l'iodure de potassium. (Ibidem. t. **61.** 1906. p. 1013.)

i) Morphologie du bacille de la tuberculose humaine dans les milieux salins (I.e note). (Ibidem. t. **63.** 1907. p. 427.)

j) Cytologie du bacille de la tuberculose humaine dans les milieux salins (II. note). (Ibidem. t. **63.** 1907. p. 681.)

147. Peklo Jar. — Die pflanzlichen Aktinomykosen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **27.** 1912. p. 451.)

148. Perold J. — Untersuchungen über Weinessigbakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **24.** 1909. p. 13.)

149. Petrone A. — Il bacillo di Koch nell' essudato della leptomeningite tubercolare etc. (Gazz. degli ospitali 1885. Nro. 8 e 9; ref. Baumgarten's Jahresb. Bd. **1.** 1885. p. 82.)

150. Pfuhl — Zur Sporenbildung der Typhusbacillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **4.** 1888.)

151. Pražmowski A. — *a)* Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte einiger Bakterienarten. Leipzig (H. Voigt) 1880.

b) Die Wurzelknöllchen der Erbse. (Lndw. Vers.-Stationen Bd. **37.** 1890. p. 161.)

c) Die Zellkerne der Bakterien. (Extr. du Bullet. de l'Acad. Sci. Cracovie 1913.)

152. Preisz H. — Studien über Morphologie und Biologie des Milzbrandbacillus (mit besonderer Berücksichtigung der Sporenbildung auch bei anderen Bacillen). (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **35.** 1903. p. 280.)

153. Pringsheim Hans — Die Variabilität niederer Organismen. Berlin (Jul. Springer) 1910.

154. Rajat H. et G. Péju — *a)* Variations morphologiques du Bacille d'Eberth sous l'influence de certains sels. (Compt. rend. soc. biol. t. **60.** 1906. p. 468.)

b) Parallélisme de l'évolution des formes morphologiques du B. d'Eberth et de ces caractères biologiques. (Ibidem. t. **60.** 1906. p. 494.)

c) Variations morphologiques des bacilles dans les milieux salins. (Lyon méd. Année **38.** 1906. p. 959.)

d) Quelques observations nouvelles sur le polymorphisme des bactéries. (Compt. rend. assoc. franç. pour l'avanc. d. sc. [Lyon] 1906. p. 424.)

e) Sur l'étendue et le mécanisme du polymorphisme des bactéries par les agents chimiques. (Compt. rend. soc. biol. t. **63.** 1907. p. 735.)

155. Reichenbach H. — Ueber Verzweigung bei Spirillen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. B. **29.** 1901. p. 553.)

156. Rodella A. — *a)* Ueber die sogenannten säureliebenden Bacillen im Säuglingsstuhle. (Ibidem. Abt. I. Bd. **29.** 1901 p. 717.)

b) The Root Bacteria of the Leguminosae. (Journ. of the fed. inst. of brewing Vol. 13. p. 320; ref. Koch's Jahresb. Bd. **18.** 1907. p. 446.)

c) Die Knöllchenbakterien der Leguminosen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **18.** 1907. p. 455.)

157. Rodet A. — De la variabilité dans les microbes. Paris (J. B. Baillière) 1894.

158. Rosenblatt Stephanie — Zur Kenntnis der zur Gruppe der Tuberkelbazillen gehörenden säurefesten Mikroorganismen. Inaug. Dissert. München (V. Höfling) 1905.

159. Rosenfeld A. — Ueber die Involutionsformen einiger pestähnlichen Bakterien auf Kochsalzagar. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **30.** 1901. p. 641.)

160. Rossi Gino de — Ueber die Mikroorganismen, welche die Wurzelknöllchen der Leguminosen erzeugen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. **18.** 1907. p. 289.)

161. Rullmann W. — *a)* Ueber ein Nitrosobakterium mit neuen Wuchsformen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **3.** 1897. p. 228.)

b) Ergänzung zu den Bemerkungen von Dr. Hartleb und Prof. Dr. Stutzer »Ueber ein Nitrosobakterium mit neuen Wuchsformen«. (Ibidem. Abt. II. Bd. **4.** 1898. p. 152.)

c) Ueber einen neuen chromogenen Bacillus aus städtischem Kanalwasser. (Ibidem. Abt. I. Bd. **24.** **1900.** p. 465.)

162. Růžička Vlad. — *a)* Ueber biologische Bedeutung der färbbaren Körnchen des Bakterieninhaltes. (Arch. f. Hyg. Bd. **46.** **1902.**)

b) Depressionszustände und Regulationsvorgänge bei dem Bact. anthracis. (Arch. f. Protistenk. Bd. **10.** **1907.** p. 247.)

c) Experimentální autogamie u bakterií. (Rozpr. č. Akad. tř. II. Roč. **19.** **1910.** č. 28.)

163. Savini E. & Th. Savini-Castano — Beitrag zur experimentellen Biologie des z-Bacillus und seine Beziehungen zum Keuchhusten. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **50.** **1909.** p. 582.)

164. Schneider A. — *a)* Beitrag zur Kenntnis der Rhizobien. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. **12.** **1894.** p. 11.)

b) Contributions to the biology of Rhizobia. I. Rhizobium mutabile in artificial culture media. (Botanical Gazette Vol. **34.** **1902.** p. 109.)

c) — idem. IV. Two coast Rhizobia of Vancouver Island. (Ibidem. Vol. **40.** **1905.** p. 135.)

165. Schottmüller — Ueber die klinische Bedeutung der nicht nach Ziehl, sondern nach Gram färbbaren Wuchsformen des Tuberkulosevirus. (Münch. med. Wochenschr. Jhrg. **55.** **1908.** p. 2564.)

166. Schürmayer — I. Ueber Entwickelungszyklen und die verwandschaftlichen Beziehungen höherer Spaltpilze. II. Artenkonstanz der Bakterien und Deszendenztheorie. (Autoreferat in: Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **5.** **1899.** p. 817.)

167. Schulz E. — Ueber die granuläre Form des Tuberkulosevirus im Lungenauswurf. (Deutsche mediz. Wochenschr. Jhrg. **35.** **1909.** p. 1569.)

168. Schulze Otto — Untersuchungen über die Strahlenpilzformen des Tuberkuloseerregers. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **31.** **1899.** p. 153.)

169. Schwalbe E. — Ueber Variabilität und Pleomorphismus der Bakterien. (Münch. mediz. Wochenschr. Jhrg. **47.** **1900.** H. 47. p. 1618.)

170. Selter — Ueber Sporenbildung bei Milzbrand und anderen sporenbildenden Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **37.** **1904.** p. 186.)

171. Semmer E. — Ueber die Morphologie des Tuberkel- und Rotzbacillus und den Ursprung der pathogenen Schizomyceten. (Deutsche Zeitschr. f. Tiermed. Bd. **21.** **1895.** p. 212; ref. Baumgarten's Jahresber. Bd. **11.** **1895.** p. 694.)

172. Sewerin — Zur Frage über die Zersetzung von salpetersauren Salzen durch Bakterien. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **3.** **1897.** p. 504.)

173. Shibayama G. — Ueber die Verästelung der Choleravibrionen und deren Bedeutung. (Mitteil. d. med. Gesellsch. zu Tokio Bd. **16.** 1903. p. 1; ref. Koch's Jahresb. Bd. **14.** 1903. p. 60.)

174. Skschiwan T. — Zur Morphologie des Pestbakteriums. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **28.** 1900. p. 289.)

175. Smith R. Greig — *a)* The nodule organism of the Leguminosae. (Ibidem. Abt. II. Bd. **6.** 1900. p. 371.)
b) The Slime or Gum of Rhizobium leguminosarum. (Ibidem. Abt. II. Bd. **30.** 1911. p. 552.)

176. Sorokin N. — Eine neue Spirillum-Art. (Ibidem. Abt. I. Bd. **2.** 1887.)

177. Spengler C. — *a)* Ueber Splittersputa Tuberkulöser. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **49.** 1905. p. 541.)
b) Neue Färbemethoden für Perlsucht- und Tuberkelbazillen und deren Differentialdiagnose. (Deutsche med. Wochenschr. Jhrg. **33.** 1907. p. 337.)

178. Spina Arnold — Studien über Tuberkulose. Wien 1883. Verlag: Wilhelm Braumüller.

179. Spirig W. — *a)* Die Streptothrix- (Actinomyces-) Natur des Diphteriebazillus. (Ctlblt. f. Bact. etc. Abt. I. Bd. **26.** 1899. p. 540.)
b) Studien über den Diphteriebazillus. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **42.** 1903. p. 420.)

180. Stefan J. — Studien zur Frage der Leguminosenknöllchen. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **16.** 1906. p. 131.)

181. Stefansky W. K. — Ueber ein neues, Eiterung hervorrufendes, verzweigtes Bakterium. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **31.** 1902. p. 86.)

182. Stolz Albert — *a)* Ueber einen Bacillus mit Verzweigungen. (Arch. f. Hyg. Bd. **30.** 1897. p. 156.)
b) Ueber besondere Wachstumsformen bei Pneumo- und Streptokokken. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **24.** 1898. p. 337.)

183. Straus J. — La tuberculose et son bacille. Paris (Rueff & Co.) 1895.

184. Stutzer A. — *a)* Beiträge zur Morphologie der als Bacterium radicicola beschriebenen Organismen. (Mitteil. d. landw. Inst. d. Univ. Breslau 1900. H. **3.** p. 63; ref. Koch's Jahresb. Bd. **11.** 1900. p. 272.)
b) Die Bildung von Bakteroiden in künstlichen Nährböden. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **7.** 1901. p. 897.)

185. Stutzer A. und R. Hartleb — Der Salpeterpilz. (Ibidem. Abt. II. Bd. **3.** 1897. p. 6.)

186. Süchting H. — Kritische Studien über die Knöllchenbakterien. (Ibidem. Abt. II. Bd. **11.** 1904. p. 377.)

187. Sumbal — Ueber das Volutin, Chromatin und Nukleïn. (Zeitschr. f. allgem. Physiol. Bd. **15.** 1913. p. 456.)

188. TADDEI DOM. — Beitrag zum Studium der Morphologie des Streptokokkus. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **50. 1909.** p. 561.)

189. THIERCELIN et L. JOUHAUD — Variations morphologiques et structure du bacille typhique. (Compt. rend. soc. biol. t. **56. 1904.** p. 155.)

190. TRAUTMANN und DALE — Beitrag zum Formenkreis des Diphteriebazillus. Autoreferat. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Ref. Bd. **47. 1910.** Beiheft: Ber. über d. 4. Tagung d. freien Verein. f. Mikrobiol. 1910. p. 137.*)

191. TRINCAS L. — Sulle cosidette forme eteromorfe e teratologiche dei batteri. (Annali di Igiene sperim. 1906; cit. TADDEI [188].)

192. TSCHIRCH A. — Beiträge zur Kenntnis der Wurzelknöllchen der Leguminosen. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 5. 1887. p. 58.)

193. VELENOVSKÝ J. — *a)* Všeobecná botanika. I. Srovnávací morfologie. Praha.
b) O fylogenesi hub. Sborník »Klubu přírodovědeckého« v Praze. 1913. IV.

194. VINCENT H. — Sur les variations morphologiques du streptocoque et sur un streptocoque ramifié. (Arch. de méd. expérim. t. **14. 1902.** p, 521.)

195. VINCENZI — Sulla morfologia del bacillo del tetano. (La Riforma med. 1893. Nro. 35; ref. Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Bd. **14. 1893.** p. 149.)

196. WARD M. — A false bacterium. (Annals of Botany vol. **9. 1895.** Nro. 36; ref. KOCH's Jahresb. Bd. **7. 1896.** p. 26.)

197. WASSERZUG E. — Variations de forme chez les bactéries. (Annal. de l'Inst. Pasteur t. **12. 1888.** p. 75.)

198. WILSON W. J. — Pleomorphism as exhibited by bacteria grown on media containing urea. (Journ. of pathol. and bacteriol. Vol. **11. 1906.** p. 394.)

199. WINKLER — Untersuchungen über das Wesen der Bakterien und deren Einordnung im Pilzsystem. (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. II. Bd. **5. 1899.** p. 569.)

200. WIRTHS M. — *a)* Ueber die Much'sche granuläre Form des Tuberkulosevirus. (Münch. mediz. Wochenschr. Jhrg. **55. 1908.** Nro. 32.)
b) Die Much'schen Granula und die Carl Spengler'schen »Splitter«. (Beitr. z. Klinik d. Tuberkulose Bd. **11. 1908.** H. 1.)

201. WLADIMIROFF A. — Malleus. (KOLLE-WASSERMANN — Handb. d. pathog. Mikroorg. II. Aufl. Bd. **5. 1913.**)

202. WOLFF E. — Ueber die Bedeutung der Verzweigungen für die Systematik der Bakterien. (Dissert. Würzburg 1898; ref. KOCH's Jahresb. Bd. **10. 1899.** p. 30.)

203. ZETTNOW E. — Ueber den Bau der großen Spirillen. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. **24.** 1897. p. 72.)

204. ZLATOGOROFF S. J. — Zur Morphologie und Biologie des Mikroben der Bubonenpest und des Pseudotuberkulosebacillus der Nagetiere (Bac. pseudotuberculosis rodentium Pf.). (Ctlblt. f. Bakt. etc. Abt. I. Orig. Bd. **37.** 1904. p. 345.)

205. ZOPF W. — *a)* Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen. I. H. I. Mitt.
b) Die Spaltpilze. III. Aufl. Breslau. 1885.

Výklad tabulek.

Díl I.

Tabulka I.

Bac. megatherium var.

Obr. I. 1—15. — klíčení spóry — in vivo.
» II. 1—6. — » » vitální barvení.
» III. 1—9. — » » barvení GIEMSOU na fixovaném praeparátu.
» IV. 1—20. — » » v kapce JJK.
» V. 1—10. — různá stadia protržení obalu spórového (membrány).
» VII. 1—26. — vývojový cyklus od spóry do spóry na fixovaném praeparátu barveném zředěným fuchsinem.

*

Obr. VI. 31—39; 23—27. — reprodukce obrázků GEORGEWITSCHOVÝCH (viz text I. d.).

Tabulka II.

Bac. megatherium var.

Obr. VIII. 1—15. vývojový cyklus na obyč. agaru; praeparát fixovaný a barvený dle ERNSTA.
» IX. 1—14. vývojový cyklus na agaru CANTANIHO; praeparát fixovaný a barvený zředěným fuchsinem.
» X. 1—13. vývojový cyklus na agaru mannitovém; praeparát fixovaný a barvený zředěným fuchsinem.
» XI. 1—23. vývojový cyklus na obyč. agaru; praeparát barvený JJK.
» XII. 1—18. vývojový cyklus na obyč. agaru; praeparát barvený modifik. methodou BILLET-RŮŽIČKOVOU.

Tabulka III.

Bac. megatherium var.

Obr. XII. 19—24. — praeparát z obyč. agaru fixovaný a barvený modifikovanou methodou BILLET-RŮŽIČKOVOU.

» XIII. 1—8. — vývojový cyklus na glukosovém agaru; barvení zředěným fuchsinem.

Díl II.

Tabulka IV.

Obr. XIII. 9—10. — *Bac. megatherium var.* na glukosovém agaru; individua plná sporoidních těles. Barveno modifikovanou methodou BILLET-RŮŽIČKOVOU a JJK.

Obr. XIV.	1A	*Bac. megatherium*	var.	na	živné	půdě	č.	1	(viz text I. d.)
»	1B	»	typ.	»	»	»	č.	1	»
»	5	»	var.	»	»	»	č.	5	»
»	6A	»	var.	»	»	»	č.	6	»
»	6B	»	typ.	»	»	»	č.	6	»
»	7A	»	var.	»	»	»	č.	7	»
»	7B	»	typ.	»	»	»	č.	7	»

Tabulka V.

Obr. XIV.	8A	*Bac. megatherium*	var.	na výživné půdě	č. 8.
»	8B	»	typ.	»	č. 8.
»	9	»	var. + typ.	»	č. 9.
»	10A	»	var.	»	č. 10.
»	10B	»	typ.	»	č. 10.
»	11A	»	var.	»	č. 11.
»	11B	»	typ.	»	č. 11.
»	12A	»	var.	»	č. 12.
»	12B	»	typ.	»	č. 12.
»	14A	»	var.	»	č. 14.
»	14B	»	typ.	»	č. 14.
»	15A	»	var.	»	č. 15.
»	15B	»	typ.	»	č. 15.
»	16A	»	var.	»	č. 16.
»	16B	»	typ.	»	č. 16.
»	18A	»	var	»	č. 18.
»	18B	»	týp.	»	č. 18.

Tabulka VI.

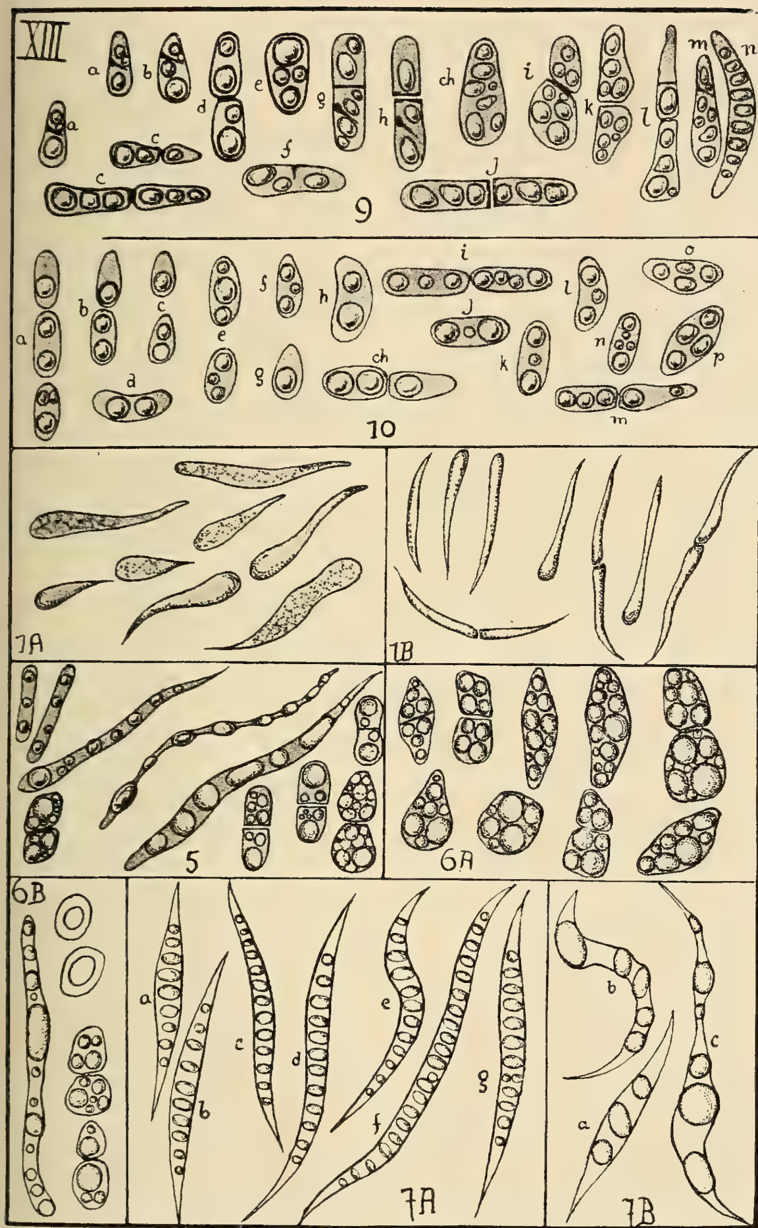
Obr. XV. 13A Rozvětvené tvary se sporoidními tělesy u Bac. megatherium var. na výživné půdě č. 13.

» 13B Rozvětvené tvary se sporoidními tělesy u Bac. megatherium typ. na výživné půdě č. 13.

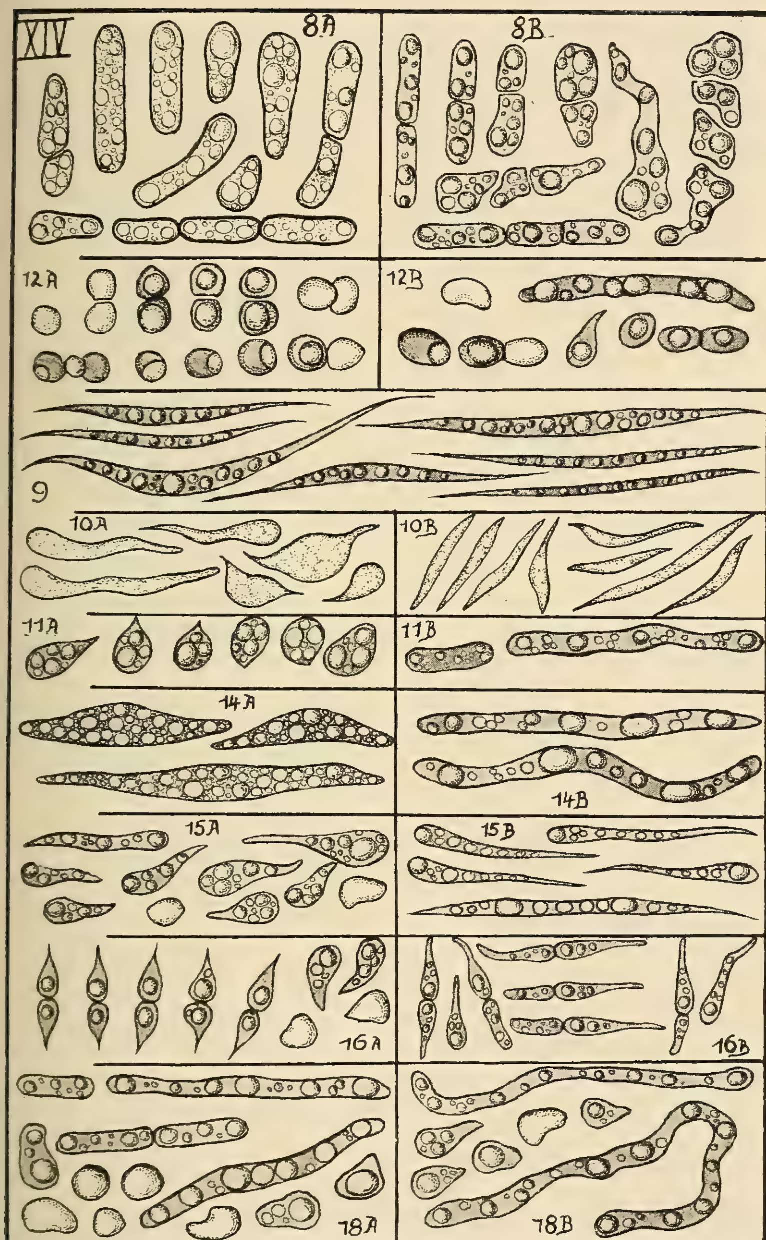
Tabulka VII.

Obr. XV.abc — *Rhiz. Radicicolla* —
c) přechod od tyčinek k bakteroidům,
a) » » » » se sporoidními tělesy,
b) normalní tyčinky v hlenu z umělé výživné půdy.
» XV. de — bakteroidy se sporoidními tělesy bakterií listových u Ardisia crispa.
» XVI.abc — Corynebacterium diphteriae (v *c* rozpadlá tělesa sporoidní).
» XVII. Mycobacterium tuberculosis — tyčinky a rozvětvené formy se sporoidními tělesy.

Tab. IV.

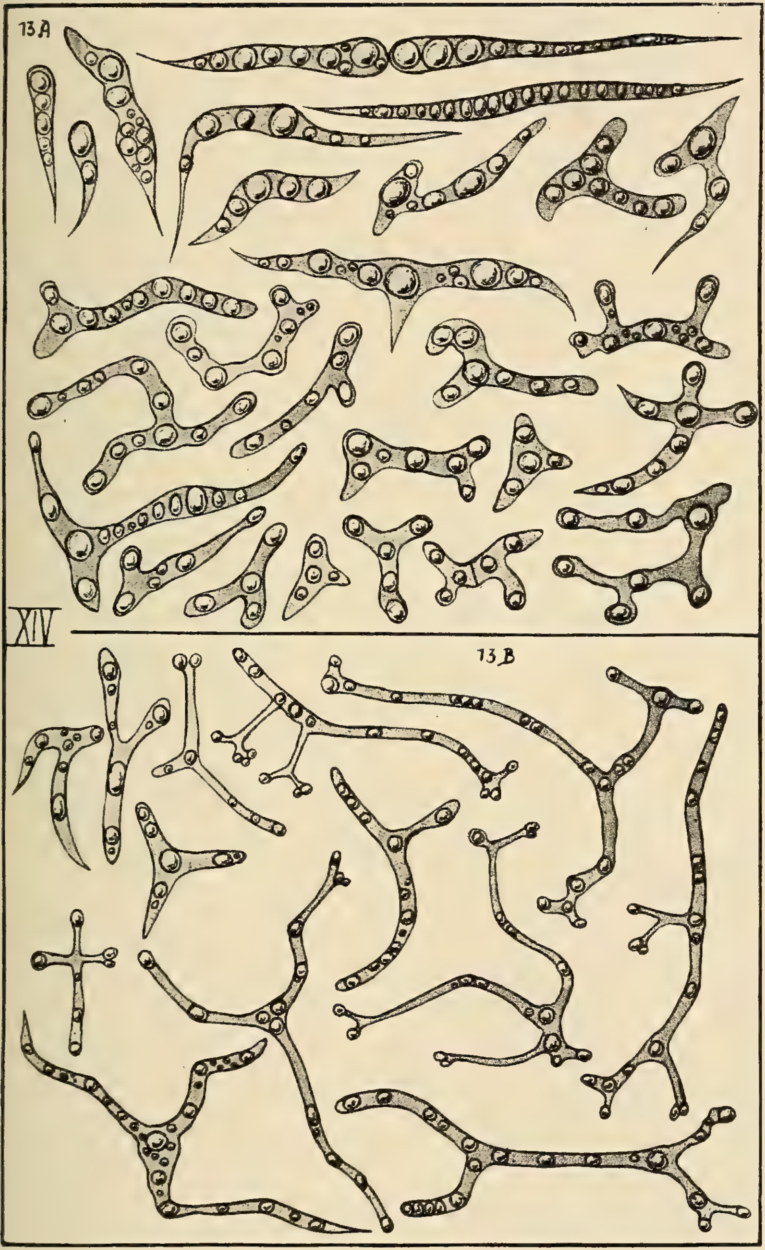


Tab. V.



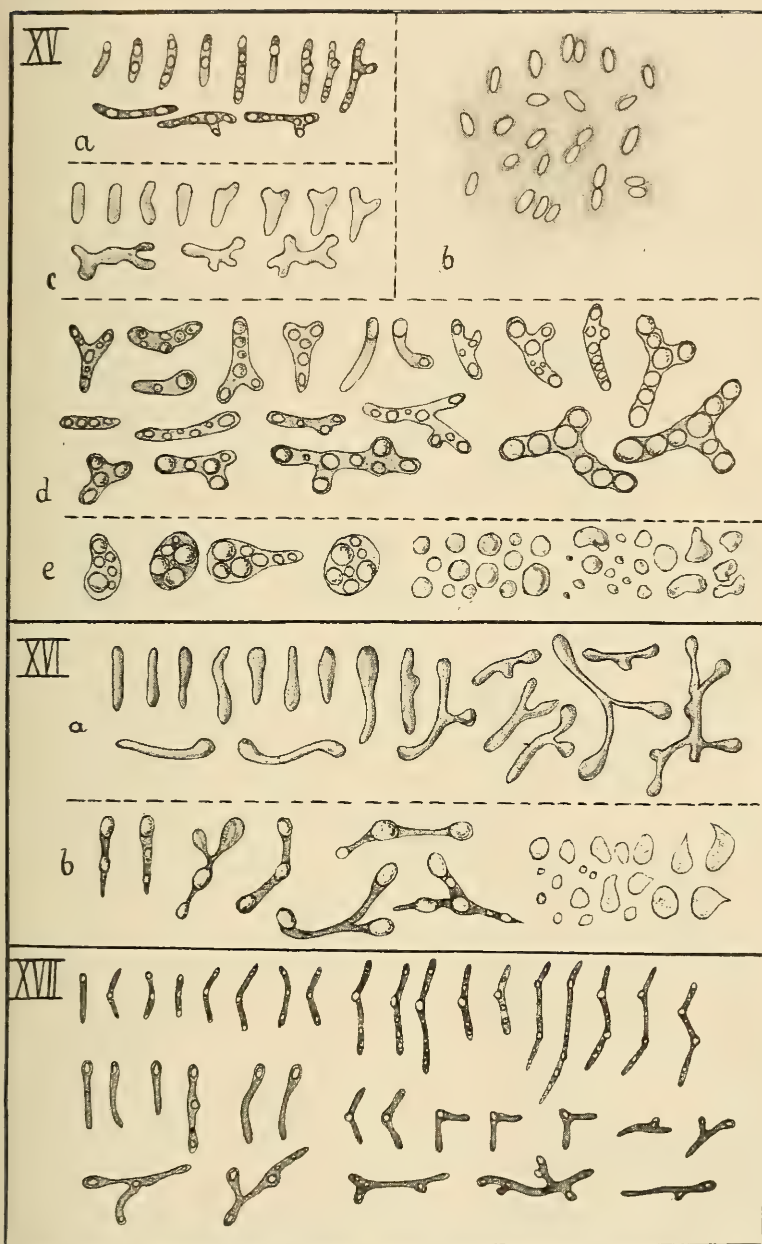
AD NAT.-DEL.-AMBROŽ

Tab. VI.



Ambrož ad nat

Tab. VII.



Ambrož ad nat.

VIII.

K histologii lidských šlach.

Z ústavu pro histologii a embryologii české university v Praze.

Napsal prof. dr. **Otakar Srdínko.**

S 1 obrazcem v textu a 1 tabulkou.

Předloženo v sezení dne 24. června 1916.

Šlachy jsou příkladem vazivových ústrojů, zařízených na tah, jako tkáň kostní a chrupavka jsou tkáněmi, sloužícími k nesení tlaku. Oba tyto hlavní způsoby vlivu zevních sil na podpůrné tkáně těla účinkují při vývoji fylogenetickém i ontogenetickém na strukturu tkaniv tahových i tlakových i na architekturu celých orgánů, složených z vaziva, chrupavky nebo tkáně kostní. CULMANN a MEYER přišli s přesnými pozorováními o architektonickém uspořádání v některých kostech, které se shoduje s čarami grafické statiky, CULMANNEM založené; v různých orgánech vazivových byla zjištěna funktionální struktura jako ve fasciích, ligamentech, ploténkách meziobratlových, ušním bubínku, chlopních semilunárních, ocasní ploutvi delphina (ROUX), v ocase pulců žabích (TRIEPEL) a nepárové ploutvi anamnií (STUDNIČKA). O funktionální struktuře sklovité chrupavky žeberní byla podána zpráva mnou.*)

Šlacha jest považována za typický příklad orgánu zařízeného na tah, který způsobuje rovnoběžné a podélné

*) O. SRDÍNKO: Funktionální architektura sklovité chrupavky žeberní u člověka Rozpr Čes. Akad. II. tř. XXIII. 11. 1914. — Studien über d. funktionelle Architektur des Hyalinknorpels. Arch. f. mikr. Anat. 87. I. 1915. — Shoda konstruktivního principu v chrupavce a kosti žeberní u člověka. Lék. Rozhledy, 1914.

uspořádání snopců kollagenních fibril; »fibrily jsou uspořádány trajektorielně a odpovídají stělesněným napětím tahu.« Na vláknech vaziva interfascikulárního nedá se vůbec poznati nějaké pravidelné uspořádání.*)

Pozorujeme-li nějakou delší lidskou šlachu, na př. svalů *tibialis post.*, *capitis longi bicipitis*, *peronaei brevis* a j. vidíme, že funkce její není po celé délce stejná, t. j. pouze nésti napětí tahové, nýbrž že na některých místech účinkuje na šlachu vedle tahu také tlak a tření a to buďto tlak některých částí sousedních nebo tlak a tření, vznikající při kontrakci svalu od tvrdé, kostěnné podložky. Poslední případ nastává v místech, kde se šlacha ohýbá kolem plochy nebo hrany některé kosti. Předem lze souditi, že v tom místě bude struktura šlachy jiná než v místech pouhého tahu. Avšak i v struktuře pouze tahových částí šlachy mohly by se očekávati rozdíly vyvolané různou intensitou napětí, působícího po řadu roků nebo po několik generací, čili jinými slovy, vystupují otázky: jest rozdíl mezi týmiž šlachami lehko a těžce pracujících lidí, jsou dále rozdíly v struktuře šlach podle věku, lze nalézti různosti u téhož individua podle různé funkce (natahovači, ohýbači) a mohutnosti svalů a p.? Na materiálu zvířecím sledoval tyto otázky O. Dammann. Po Dammannovi zabývali se tímto thematem ještě Lotze a Forssel rovněž na podkladě studia šlach zvířecích a docházejí všichni k náhledu, že jest možno mluviti o funktionální struktuře šlach.

O. Dammann**) shledal, že šlachy hovězí mají mnohem více interstitiální tkáně mezi podélnými snopci šlachovými než šlachy koní. U koní teplokrevných jest o něco méně vaziva interfascikulárního než v šlachách koní chladnokrevných. Uspořádání vaziva interfascikulárního není zpravidla na příčném průřezu stejnoměrné; obyčejně se najde partie, ve které interfascikulární tkáň jest skrovnější proti ostatním partiím téhož řezu příčného. Dammann soudí, že v těch

*) Triepel H.: Einführung in die physikalische Anatomie. III. 1908.

**) O. Dammann: Vergleichende Untersuchungen über den Bau und die funktionelle Anpassung der Sehnen. Arch. f. Entwcklmech. 26. B. III. H. 1908.

partiích řezu jest místo většího tahu, že tudíž šlacha má určitou vnitřní, na funkci závislou architektoniku. Ve šlachách velmi mladých telat není ještě differencování jednotlivých částí vzhledem k funkci tak provedeno jako ve šlachách starších zvířat. Rozdíly mezi šlachami pracujících zvířat a zvířat, která nejsou k práci upotřebena, nedají se ceteris paribus během individuelního života histologicky dokázati. Šlachy patřící k svalům relativně slabým mají více interstitiální tkáně, kdežto šlachy svalů relativně silných mají skoro čistou specifickou tkáň šlachovou. Specifická váha šlach starších zvířat téhož druhu jest větší než u zvířat mladých. Také šlachy relativně mocných svalů mají celkem větší specifickou váhu, než šlachy patřící k slabým svalům. Jak vidno, jsou vyjádřeny všechny Dammannem shledané různosti v histologii šlach domácích zvířat na interfascikulárním vazivu, t. j. na peritenonium internum a nikoliv na longitudinálních snopcích šlachových. Různosti ony se týkají kvantity tkáně interfascikulární; o směru neboli orientaci oněch snopců peritenonii interni nečiní Dammann žádné zmínky.

Lotze,*) který zkoumal histologicky šlachy ohybačů noh koně, shledal, že pouzdro šlachové (peritenonium externum) svalu flexor digitorum prof. není všude stejné. Tam, kde šlacha jde kolem výčnělku kosti a jest vysazena tlaku, jest silnější než na místech jiných, kde tlak nepůsobí. Histologická skladba této ztluštělé části jest takováto: Na povrchu jsou snopce vaziva rovnoběžné s povrchem a za nimi následuje vrstva s průběhem vláken více kolmo k povrchu. Vlákna této vrstvy vybíhají do vrstvy povrchní. V obou vrstvách nejsou snopce vláken příliš zřetelné, takže vzniká homogenní vzezření pouzdra. Za onou druhou vrstvou následuje další, která sprostředkuje spojení s vlastní tkání šlachovou; vrstva ona má nápadně nepravidelné uspořádání snopců, takže vzniká spletitá trámčina, ve které jsou uloženy buňky vazivové a cévy krevní. V oněch místech silnějšího tlaku obsahuje vazivové pouzdro četné buňky charakteru buněk chru-

*) K. Lotze: Untersuchungen über die Beugesehnen am Fusse des Pferdes. Inaug. Diss. Leipzig-Pirna 1911.

pavkových. Jsou to veliké, kulovité buňky tvaru měchýřku s velkým jádrem, jemně granulovaným protoplasmatem a znatelnou blanou buněčnou. Lotze je považuje za přeměněné buňky vazivové; těla buněk se barví jodem do hněda. Buňky dodávají tkáni charakteru chrupavky vazivové. Celá přeměna znamená metaplasii vaziva v chrupavku vazivovou. Nálezy Lotzeovy týkají se tedy zase jenom nespecifického vaziva ve šlaše a sice na rozdíl od Dammanna, který stopoval v tažných částech šlachy peritenonium internum, všímal si Lotze v ohybových partiích šlach pouzdra neboli peritenonii externi a nálezy svoje doprovází přesvědčivými obrazci příčných řezů povrchem šlach v místech, kde tlak působí.

Forssell *) popisuje anatomicky šlachy ohybačů koně a všímá si na praeparátech makroskopických průběhu snopců šlachových, tedy tkáně pro šlachu specifické. Místa ohybů šlachových kolem tvrdých podložek kostěnných jmenuje šlachovými klouby. Průběh snopců šlachových ve šlaše není vždy přímý, nýbrž mnohdy spirálovitý a vzájemně propletený, jak obrazce Forssellovy dosvědčují. Uspořádání snopců na tlakové ploše šlachového ohybu jest mnohem hustší než na ploše zadní; fibrilly na přední ploše jsou užší a vzájemně těsněji spleteny než na ploše zadní, kde tlak nepůsobí; tam jsou fibrilly (Forssell míní zajisté snopce fibrill) hrubší a mají hojněji tkáně interfascikulární.

Kromě těchto tří krátkých pojednání, není v literatuře nic bližšího o funktionální struktuře šlach a zvláště šlachy lidské nebyly dosud podrobeny systematickému studiu s tohoto hlediska.

Chci proto sděliti svoje dosavadní nálezy o šlachách lidských a popíšu zde histologickou skladbu šlach *musculi bicipitis (capitis longi)* a *peronaei brevis.*

Henle zmiňuje se o t. zv. sesamských uzlech šlachových pouze při svalu peronaeus longus a tibialis post. O šlaše svalu peronaei longi vyjadřuje se následovně: »V rýze ossis cuboidei jest šlacha musc. peronaei longi širší, pevnější konsistence a tvrdší a podle tvaru kosti ve směr podélné osy

*) G. Forssell: Ueber die funktionelle Struktur der Sehnen. Zeitschr. f. Tiermedizin. Bd. 18. 1914.

trochu vydutá. Na povrchu, který hledí do dutiny vaku hlenového, leží nejprvé vrstva vaziva, které se vyznačuje četnými elastickými vlákny a vtroušenými buňkami chrupavkovými. V celé tlouštce šlachy se střídají snopce longitudinální s vrstvami transversálními snopců snad kruhovitých. Taková tvrdší, chrupavce podobná místa jsou podle MECKELA také na téže šlaše v rýze talu a kalkaneu.«*)

Nenašel jsem dosud nikde obrázek těchto ztluštěnin šlachových a proto zařazuji na tabulku příslušné vyobrazení šlachy musc. peronaei longi člověka 50 roků starého v přirozené velikosti (obr. 1). Histologickou skladbu popsal jsem v jiné publikaci.**)

Na tabulce dále znázorněna jsou místa ohybů šlachových svalů: tibialis posterioris (2), peronaei brevis (3) a capitis longi musc. bicipitis (4) od člověka 50letého při zvětšení asi dvojnásobném. Histologickou skladbu šlachy tibialis post. popsal jsem rovněž v dole uvedené publikaci.

O rozšířeninách šlach capitis longi musc. bicipitis a peronaei brevis se HENLE nezmiňuje. O prvém svalu praví pouze toto***): »Šlacha capitis longi musc. bicipitis jde nejprvé kloubem ramenním volně přes klenbu hlavičky kosti ramenní, pak v sulcus intertubercularis rovně dolů atd.«

V místech, kde zahýbá šlacha kolem kosti jest vytvořena rozšířenina podobná ohybům šlachovým svalů peronaei longi a tibialis post., jak obrázek 4 dokládá. Rozšířenina tato, dlouhá asi 3 *cm* a široká uprostřed 1 *cm*, přechází směrem nahoru v část šlachy určenou k inserci a širokou asi 8 *mm*, směrem dolů v dlouhou úzkou šlachu tažnou, zšíři 5 *mm* a zdélí asi 8 *cm*.

Zhotovil jsem příčné řezy z různé výše tohoto ohybu i ze šlachy úzké pod ohybem a shledal jsem na řezech tuto skladbu:

Na příčném řezu, asi 2 *cm* pod ohybem šlachy, vidíme typický obraz tkáně šlachové. Peritenonium externum i in-

---

*) J. HENLE: Handbuch der system. Anatomie d. Menschen. I. Bd. III. Abt. p. 281.

**) O. SRDÍNKO: Funktionální struktura šlach. svalů peronaei longi a tibialis post. u člověka. Lékařské Rozhledy. 1916.

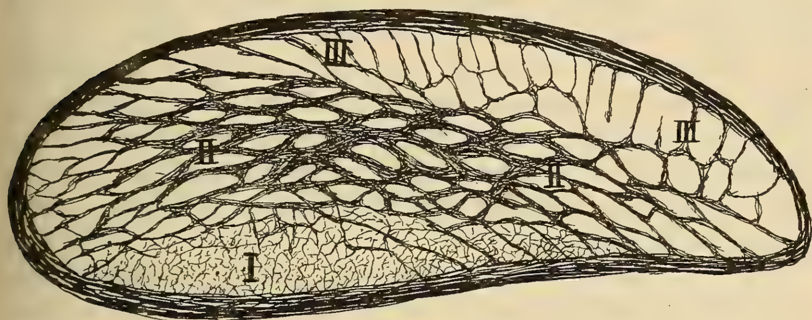
***) l. c. p. 177.

ternum jest normálně vytvořeno, t. j. v množství zcela nepatrném, a trámce tkáně interfascikulární jsou nepravidelně rozvětveny mezi primárními a sekundárními snopci specifických, longitudinálních provazců šlachových. Provazce posledně jmenované jsou na příčném řezu šlachou zasaženy jednak příčně, jednak šikmo. Souhlasně s tím jsou viděti jádra šlachových buněk, jednak jako body, jednak jako čárky. Celkem většina snopců v řezu jest zasažena více méně šikmo a jen menší část příčně. Z toho jde na jevo, že průběh provazců šlachových v těle šlachy jest v menší míře čistě přímý a ve větší míře šikmý, resp. spirálovitý.

Zcela jiné poměry jsou na příčném řezu vedeném nejširším místem ohybu. Změny týkají se peritenonia zevního i vnitřního, a to jejich množství a uspořádání. Peritenonium externum jest kolem celého řezu aspoň pětkráte tlustší než na šlaše pod ohybem. Skládá se ze silných pruhů vazivových, uložených kolem šlachy rovnoběžně s povrchem. Pruhy jsou mírně propleteny navzájem a obsahují mezi sebou obyčejné buňky vazivové. Jen velmi zřídka nalezne se buňka s tělem větším, světlým, měchýřkovitým. Menší část snopců peritenonii externi jest na příčném řezu zasažena šikmo nebo dokonce příčně. Oboje tyto snopce jsou roztroušeny mezi snopci cirkulárními.

Na vnitřním povrchu tohoto šlachového obalu zahýbá část snopců dovnitř šlachy a přechází v peritenonium internum, které v obyčejné tahové šlaše rozděluje longitudinální provazce šlachové na svazky primární a sekundární, různé velikosti a nepravidelných obrysů. Na našem řezu jest toto interfascikulární vazivo předně velice rozšířeno, takže v některých partiích řezu jest ho stejně nebo i více než vlastních provazců šlachových. Dále jest na první pohled nápadná určitá orientace této tkáně peritenonii interni. Silné snopce interfascikulární napjaty jsou přibližně rovnoběžně s dlouhou osou příčného řezu, jenž má tvar ovální, při čemž plocha tlačící na kost jest mírně vyhloubena. Snopce ony tvoří mírně prohnutý system oblouků kolem určité partie řezu, jako to na obrazci v textu zřejmě jest patrno. Celkem možno rozpoznati tři různé partie na příčném řezu ohybem této šlachy. Jedna partie, označená na obr. v textu číslem I, jest složena ze

specifických provazců šlachových podélných neb šikmých (v řezu příčně nebo šikmo zasažených), těsně k sobě stlačených, s malým množstvím tkáně interfascikulární. Partie označená čísly II obkličuje partii I a skládá se ze specifických provazců podélných a trámců transversálních. V některém místě této II partie převládají transversální trámce tkáně interfascikulární, jinde jest provazců longitudinálních i trámců transversálních asi stejné množství. Kalibr provazců longitudinálních jest větší než v partii I a tvar jejich jest



na příčném řezu protáhlý v ose rovnoběžné se směrem trámců transversálních. Tyto trámce se rozvětvují v jemnější trámečky a vnikají do partie I i III a z nich do zevního peritenonia. Partie III, zaujímající asi polovici plochy příčného řezu, jest vlastní typická šlacha. Vaziva interfascikulárního jest sice o něco více než ve šlaše pod ohybem, ale jinak jest vidno, že partie tato, od plochy tlakové nejvíce vzdálená, ukazuje nejméně změn.

Jest nyní otázka, jak vysvětliti popsanou skladbu šlachy v místě ohybu. Jest nahodilá, či má vztah k funkci dotyčné části šlachové? V rovném oddílu šlachovém připadá hlavní funkce podélným provazcům šlachovým a tkáň interfascikulární má význam podřízený. Nevidíme proto na ní ani zvláštní orientaci, ani není mohutná. V místech ohybu šlachy kolem plochy neb hrany kostěnné podléhá šlacha při kontrakci svalu napjetí tahu ve směru dlouhé osy své a kromě toho napjetí tlakovému, které účinkuje od podložky a hledí

šlachu stlačit ve směru tlaku a druhotně rozšířit do plochy kolmé na směr tlaku. V tomto případě se tedy činí nárok na vazivo interfascikulární, které podléhá zde napjetí tahovému v rovině kolmé na směr působícího tlaku. Následkem toho napínání (funktionelního dráždění) bují vazivo interfascikulární v rovinách kolmých na tlak, aby mohlo přílišnému oploštění šlachy v místech ohybu zameziti. Toto vazivo drží šlachu v ose transversální pohromadě, takže jest jakýmsi složitým vazem vnitrošlachovým (ligamentum intratendinosum). Pohled na obrazec v textu, soudím, stačí k přijetí tohoto výkladu. Stejný úkol má zbujelé peritenonium externum; drží jednak pohromadě tělo šlachové, jednak na ploše tlakové vzdoruje napjetí tlakovému a napjetí, které vzniká při klouzání neboli tření šlachy při pohybech.

Považuji tedy jak stluštělé peritenonium externum, tak rozmnožené a určitě orientované peritenonium internum a dále tím vzniklé rozdělení těla šlachového v tři různé partie strukturní za zjevy vyvolané funkcí ohybové části šlachy.

Druhá šlacha, o které podávám zprávu, jest tendo musculi peronaei brevis. Šlacha leží na zevní ploše svalu a směrem vzad přečnívá šlachu musculi peronaei longi, kterou jest kryta (Henle)*). Ohýbají se společně za zevním kotníkem pod retinakuly. Místo ohybu jest dlouhé asi 3 cm a měří v nejširší části 10—12 mm a do tlouštky 2 mm. Pod ohybem jest šlacha široká asi 5 mm. Při kontrakci svalové tlačí šlacha plochou přivrácenou ke kosti na podložku a současně jest plocha zevní tlačena šlachou musc. peronaei longi.

Je-li tedy správný hořejší výklad, že struktura v místě ohybu capitis longi musculi bicipitis jest podmíněna funkcí (tlakem), musí se na šlaše musculi peronaei brevis v místě ohybu zakotníkového objeviti tlaková struktura šlachy na ploše vnitřní i zevní při přední hraně šlachy a bude chyběti při hraně zadní, kde šlacha přechází ve sval a přečnívá šlachu svalu peronaei longi, nejsouc jí kryta a tlačena.

Praeparáty potvrzují tento předpoklad v plném rozsahu. Ta partie šlachy musc. peronaei brevis, která přečnívá šlachu m. peronaei longi směrem vzad, má skladbu normální: tenké

---

*) l. c. p. 281 a 282.

peritenonium externum na zevní ploše a málo peritenonii interni s normálním uspořádáním longitudinálních provazců šlachových. Partie tato odpovídá partii III. obrazce textového. Přední partie příčného řezu jeví strukturu tlakovou na ploše spodní, vrchní i na přední hraně šlachové. Peritenonium externum jest stluštělé a k němu přiléhá struktura popsaná v partii I obrazce textového. Struktura partie označené čísly II jest provedena mezi vnitřní a zevní plochou šlachy musc. peronaei brevis. Směr zbujelých trámců peritenonii interni jest rovnoběžný s plochami tlakovými a míří do předu k ostré přední hraně šlachové, vzadu přechází do peritenonia vnitřního partie III. Slabší trámečky vyzařují z partie II kolmo k oběma plochám tlakovým.

Mezi snopci tlakových partií šlach při vnitřní i zevní ploše přední polovice šlachy a sice v peritenoniu zevním, vnitřním i ve vlastních provazcích šlachových jsou přerozmanité přechody mezi obyčejnými buňkami vazivovými a buňkami velikými s tělem světlým, měchýřkovitým a mocnou blanou buněčnou či snad s pouzdrem buněčným. Buňky tyto se dělí do skupin jako buňky chrupavkové. Nechci na tomto místě rozváděti otázku o charakteru těchto buněk a této tkáně, nýbrž ponechávám si při jiné příležitosti zaujmouti stanovisko k Schaffrově*) názoru, který považuje tkáň tuto za zvláštní nový druh podpůrných tkaniv, jejž nazval tkání vesikulosní. Tolik však chci již zde poznamenati, že existuje sice u nižších obratlovců tkáň Schaffrem pojmenována vesikulosní, v tlakové struktuře šlach že však se patrně jedná o chrupavku vazivovou, jakou nalézáme v ploténkách meziobratlových.

Tato tlaková tkáň šlachových ohybů podobně jako tkáň plotének meziobratlových jsou resultátem tlaku a tření na vazivo, které současně potřebuje si zachovati možnost změny tvaru při pohybech a býti pevné proti tlaku. Podmínce této vyhovuje chrupavka vazivová a tkáně jí morfologicky se přibližující.

Jest tedy šlacha musculi peronaei brevis znamenitým dokladem reakce tkáně šlachové na tlak a vytvoření funkcio-

---

*) J. Schaffer: Ueber das vesikulöse Stützgewebe. Anat. Anz. 1903.

nalní struktury. Zároveň vidno z vyšetření zde popsaných dvou šlach a z ostatních mnou vyšetřených, že každá šlacha má v místech ohybu svou zvláštní funkcionální strukturu, takže jest možno po určitých zkušenostech na předloženém příčném řezu z místa ohybu poznati nejen směr účinkujícího tlaku, nýbrž také označiti sval, ku kterému ona šlacha patří.

Výsledky dosavadních svých zkoumání o histologii lidských šlach mohu shrnouti takto:

1. Struktura lidských šlach v partiích ohybů, kde působí tlak, tah a tření, jest jiná než v partiích rovných, kde působí hlavně pouze tah. Struktura tato jest charakteristická a pro každou šlachu zvláštní.

2. Šlacha v partiích ohybu skládá se ze dvou druhů tkání: *a*) normální tkáně šlachové, která jest na příčném řezu ohybem šlachovým umístěna v partiích, na které tlak přímo nepůsobí; *b*) tkáně tlakové, velmi podobné chrupavce vazivové, jak to ve šlachách koně správně popsal Lotze. Tkáň tato jest lokalisována na řezu ohybem šlachovým všude tam, kde působí tlak, tedy na př. u šlach svalů peronaei longi, tibialis post., capitis longi bicipitis pouze při jedné ploše (tlakové), u šlachy musculi peronaei brevis při obou plochách protáhle oválního příčného průřezu šlachového. Ona tkáň s buňkami charakteru chrupavkového, jest uložena v peritenoniu zevním, vnitřním i snad ve provazcích šlachových.

3. Peritenonium externum jest u člověka v šlachových ohybech ztluštěno buď pouze na ploše tlakové nebo na celé periferii, jak to popsal Dammann u domácích ssavců a jak jsme zde viděli na šlaše capitis longi m. bicipitis.

4. Peritenonium internum jest jednak rozmnoženo v silné trámce vazivových snopců, jednak jsou tyto trámce určitě orientovány kolem tlakové partie šlachového ohybu v system spojovacích rovných nebo obloukovitých vazů, které mají funkci ligament intratendinosních. Tato orientace nebyla posud nikým popsána a jest ji považovati za účinek funkce.

5. Průběh longitudinálních provazců v šlachách lidských není přímý, nýbrž většinou spirálovitý a propletený, jako to Forssell u šlach koně popisuje. Struktura tato a její vysvětlení potřebují ještě dalšího studia.

6. Tlaková tkáň v ohybech lidských šlach jest velmi podobna chrupavce vazivové a sluší ji považovati za výsledek morfologické reakce vaziva na tlak a tření. Takto vytvořený druh tkáně vyznačuje se jednak větší pevností na snesení napjetí tlakového než obyčejná tkáň šlachová, jednak jistou schopností změny tvaru při klouzavých pohybech šlachového ohybu na podložce kostěnné.

7. Histologicky skládá se tkáň tlaková z vazivových pruhů různě propletených nebo kommunikujících mřížovitě, v nichž uloženy jsou buňky s velikým tělem, světlým tvaru měchýřkovitého a se znatelnou blanou buněčnou nebo pouzdrem buněčným. Existují různé stupně tohoto druhu buněčného, takže možno nalézti celou stupnici přechodů těchto buněk do obyčejných buněk vazivových.

Jak dalece je správný názor Schaffrův, že se jedná o modifikaci nového druhu tkáně podpůrné t. zv. vesikulosní, osvětlí teprve další pozorování. Prozatím jsem nakloněn považovati tuto tkáň za vazivovou chrupavku.

Vyslovuji ke konci srdečný dík za materiál lidských šlach, jehož se mi dostalo laskavostí professorů dvor. rady dra. J. Hlavy, dra Vl. Slavíka a dra K. Weignera.

K tabulce.

Obr. 1. Šlacha musc. peronaei longi. V levo konec inserční.
Obr. 2. Šlacha musc. tibialis poster. V levo konec inserční.
Obr. 3. Šlacha musc. peronaei brevis. V levo konec inserční.
Obr. 4. Šlacha musc. bicipitis cap. l. V pravo konec inserční.

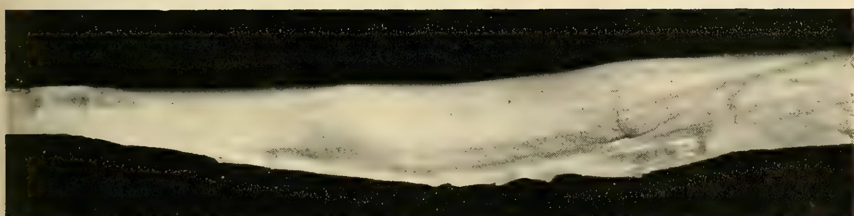
Vesměs od člověka 50 r. starého; obr. 1 v přirozené velikosti, obr. 2—4 přibližně v dvojnásobném zvětšení.



1.



2.



3.



4.

IX.

O reakci



$$R_mS_n + 2_n(SO_2) \longrightarrow R_m(SO_4)_n + nS_2$$

(s příspěvkem ku chemismu pražení některých rud.)

Podávají

prof. Dr. **Jaroslav Milbauer** a Dr. **Jaroslav Tuček.**

(Předloženo dne 27. října 1916.)

Pro seznání chemických pochodů při pražení sirných rud důležity jsou práce R. SCHENCKA[1]) s W. RASSBACHEM, s HEMPELMANNEM,[2]) dále FRIEDRICHOVY[3]) případně i studie SACKUROVY,[4]) které poučily nás zejména z hlediska fysikálně-chemického. Všeobecně ujal se názor, že při pražení vzniká sulfát působením kysličníku sírového na oxyd. S názorem tímto souhlasí i R. VONDRÁČEK,[5]) výkladu takového přidržuje se i R. SCHENCK.[6]) Nicméně však lze míti za to, že tvoří se sírany ze sirníků ještě jiným způsobem. Při pražení přichází do nejužšího styku za vysoké teploty velké množství různých látek; celý proces, jak v průmyslu často se pozoruje, není jednoduchý, jedna a táž látka vzniká různými cestami. Již PLATTNER r. 1856 dokazuje ve své knize,[7]) že kysličník sírový vzniká z hlavní části z kysličníku siřičitého a kyslíku (kontaktně), avšak může se i pouhý kysličník siřičitý ve styku s některými hmotami, na vysokou teplotu rozžhavenými, rozkládati v kysličník sírový a síru. Při pražení rud vzniká hlavně v prvních stadiích kysličník siřičitý ve veliké koncentraci a tu lze míti za to, že přímo působiti může ve stavu zrodu na sirníky dosud nepřeměněné.

Reakci právě vytknuté věnována byla dosud malá pozornost, mimo zmínku v řečené knize a dále poznámku v studii Ritterově[8]) o ultramarinu, že reakcí mezi kysličníkem siřičitým a sirníkem sodnatým vzniká síran sodnatý a síra, nacházíme v odborné literatuře ještě tato data:

R. 1886 Sidot[9]) obdržel, zahřívaje krystalovaný sirník zinečnatý v proudu kysličníku siřičitého (po 4—5 hodin), preparát, který jevil fosforescenci. Pracoval patrně při teplotě poměrně nízké a s kusovitým minerálem, takže o reakci chemické nemluví. Totéž, pokud se týká fosforescence, potvrdil r. 1888 Verneuil.[10]) R. 1893 Hannay[11]) zjistil, že sirník olovnatý se slučuje za červeného žáru s kysličníkem siřičitým na sloučeninu PbS_2O_2, která za chladu dissociuje. R. 1904 první[12]) z nás ve studii o reakci sulfokyanidu draselnatého s některými plyny za vyšší teploty dokázal, že při kysličníku siřičitém reakce má dvě fase, ze sulfokyanidu vzniká předem sirník a působením kysličníku siřičitého na tento dle rovnice:



$$K_2S + 2SO_2 = K_2SO_4 + S_2$$

síran. V téže práci poukázáno jest zároveň na zvratnost tohoto systemu: totiž zahříváním síranu s přebytečnou sírou vznikají sirníky a síra. Tak shledal Štolba,[13]) že lze připraviti sirník železnatý tavením bezvodého síranu železnatého se sírou. Sestini[14]) pozoroval tuto reakci, zahřívaje síran vápenatý se sírou při 450°, a Violi[15]) prokázal platnost obecné reakce:



$$RSO_4 + 2S \rightarrow RS + 2SO_2$$

pro sírany Al, Sr, Zn, Mn, Te, Cd, Pb, Bi, Cu, Sb a Hg. V poslední době (r. 1906) prostudoval reakci ve směru z leva do prava Brückner[16]) a dovodil, že neplatí pro sírany kovů alkalických a kovů žíravých zemin, neboť nastávají tu komplikace, zaviněné tvorbou sirnatanů a polysulfidů.

V přítomné studii podáváme stručně výsledky, jež nalezeny byly při působení kysličníku siřičitého na sirníky uměle připravené, jakož i na některé obecné sirné rudy pražené za účely metallurgickými, nebo používané jako surovina ku přípravě siřičitého kysličníku ve velkém průmyslu anorganickém.

Práce prováděny byly při vysokých teplotách v odporové rourové peci s navinutou páskou nichromovou, jež napájena byla střídavým proudem z městské sítě a udržována na stálé teplotě zasunováním neb vyřaďováním jemných odporů. Pec byla půl metru dlouhá a vinutí k oběma koncům hustší nežli uprostřed, takže pásma stejné nejvyšší teploty, uprostřed se nalézající, rozšířila se touto úpravou na 150 *mm*. Do pece vkládána pracovní roura z tvrdého českého skla, případně roura porculánová a do ní lodička 50 *mm* dlouhá, porculánová event. magnesiová s odváženým sirníkem. Roura uzavírána na jednom konci zátkou dvakrát vrtanou, jedním otvorem přicházel trubicí skleněnou kysličník siřičitý z přístrojů, z nichž vytlačován o stálé průtokové rychlosti (85 *mg* za minutu), druhým roura z Marquartova porculánu, v níž uložen byl thermoelement Le Chatelierův. Odpadající plyn zaveden byl do tahu úzkou trubicí skleněnou. Aby zátky kaučukové netrpěly kysličníkem siřičitým, obaleny byly staniolem. Jakmile v prostřed peci dosaženo pokusné teploty a tato udržovala se již asi čtvrt hodiny, pouštěn po tu dobu kysličník siřičitý, pak zasunuta roura tak, aby lodička s látkou nalézala se v pásmu nejvyšší teploty, tedy do prostřed, nad ní vtlačen konec thermoelementu, zaznamenán čas a prováděn kysličník siřičitý vždy jednu hodinu. Na oba konce roury navlečeny chránící desky asbestové a teplota stále kontrolována na jemném galvanometru fy Braun & Co. i regulována. Po té roura vysunuta tak, aby lodička s reakčním produktem rychle schladla a když se to stalo, rozebrán přístroj, lodička opět vážena a obsah analysován. Uměle připravené sirníky pokud se rychle oxydují na vzduchu, filtrovány v proudu kysličníku uhličitého, sušeny zahříváním v rourové peci Henzově v atmosféře proudícího dusíku.

A) Pokusy se sirníky uměle připravenými.

a) Sirník stříbrnatý.

Připraven dle způsobu, jímž vylučován ku stanovení kvantitativnímu (Fresenius: Quant. Analyse 6. vyd. I. 300), promýván sírovodíkovou vodou, alkoholem a extrahován sírouhlíkem. Po promytí alkoholem a éterem sušen při 100°

v proudu kysličníku uhličitého. Produkty, získané extrakcí amoniakem se nemění, nechovají ani síranu neb siřičitanu, složeny jsou pouze ze sirníku nezměněného a ze stříbra. Stanovena zbylá síra po oxydaci ve formě $BaSO_4$.

Výsledky vneseny jsou v tuto tabulku:

Teplota	Do práce vzato	Po reakci	Síranu barnatého	Reakční produkt obsahuje sirníku stříbrnatého	stříbra
500°	0·1778 *g*	0·1772 *g*	0·1607 *g*	96·28%	3·49%
600°	0·2348 *g*	0·2326 *g*	0·2068 *g*	94·29%	5·67%
700°	0·1918 *g*	0·1882 *g*	0·1602 *g*	90·32%	10·04%
800°	0·1126 *g*	0·1098 *g*	0·0786 *g*	75·95%	27·30%

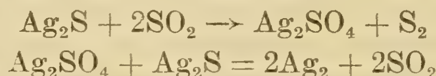
Nálezy, které usazovaly se za loďkou, obsahovaly pouze síru, byly úplně rozpustny v sírouhlíku.

Vznik stříbra kovového lze si vysvětliti buď přímo dissociací:



$$2Ag_2S \longrightarrow 2Ag_2 + S_2$$

anebo z analogie, z případů později uvedených, tvorbou síranu stříbrnatého, který ve stavu zrodu ihned dál reaguje:



$$Ag_2S + 2SO_2 \longrightarrow Ag_2SO_4 + S_2$$
$$Ag_2SO_4 + Ag_2S = 2Ag_2 + 2SO_2$$

Reakci mezi síranem a sirníkem stříbrnatým prostudoval SACKUR[4]) a shledal, že počíná již při 300° C.

b) Sirník olovnatý.

Připraven dle návodu SOUCHAYE[17]) a CLASSENA[18]) a rozborem shledáno, že vyhovuje.*) Reakční produkty chovaly tu mimo nepřeměněného sirníku olovnatého též síran olovnatý a olovo. Extrahovány v proudu dusíku amoniakálným roztokem octanu amonatého. V extraktu stanoven síran olovnatý, odpovídající vzniklému síranu olovnatému, zbytek oxydací dal SO_4'', který opět v téže podobě sražen a vážen a udává nezměněný sirník, zbytek po přepočtení odpovídá olovu, které do náletu neodcházelo. Týž byl úplně rozpustný v sírouhlíku.

---

*) Obsahoval olova 86·5%, síry 13·36% oproti theoretickým 13·41%.

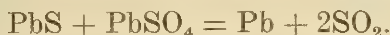
Nalezené výsledky:

Teplota	Do práce vzato	Po reakci	Stanoveno $BaSO_4$	$BaSO_4$ odpovídající sirníkové síře	Z čehož vyplývá složení: sirníku olovnatého	síranu olovnatého	olova
500°	0·2336 *g*	0·2440 *g*	0·0491 *g*	0·1907 *g*	80,08%	20·12%	—
600°	0·2496 *g*	0·2792 *g*	0·1496 *g*	0·1164 *g*	42·71%	53·58%	4·01%
700°	0·2658 *g*	0·2652 *g*	0·0729 *g*	0·0961 *g*	37·13%	27·49%	35·52%
800°	0·2066 *g*	0·1815 *g*	0·0085 *g*	stopy	stopy	4·68%	94·98%

Z nalezených fakt lze souditi na souběžně probíhající reakce:



$$PbS + 2SO_2 \rightarrow PbSO_4 + S_2$$



$$PbS + PbSO_4 = Pb + 2SO_2.$$

S druhou reakcí setkáváme se v praxi při metallurgii olova. Jenkins-Smith[19]) dokázal, že počíná probíhati okolo 550°.

c) Sirník rtuťnatý.

Shledáno, že reakce neprobíhá, sirník v proudu kysličníku siřičitého destiloval; červená modifikace skýtala při 300 až 400° černý nálet sirníkový.

d) Sirník měďnatý.

K jeho přípravě sloužil návod Coppockův.[20]) Produkty vyluhovány v proudu kysličníku uhličitého horkou vyvařenou vodou a stanoven v nich SO_4'', odpovídající vzniklému síranu měďnatému, ve zbytku po oxydaci dýmavou kyselinou dusičnou určen SO_4'', povstalý ze sirníku do reakce nevstoupivšího; určeny váhy množství sirníku do reakce vzatého i reakčního produktu. Nálet za loďkou složen byl pouze ze síry.

Zjištěno při

teplotě	váha látky před reakcí	váha látky po reakci	síran barnatý z části rozpustné	síran barnatý z části nerozpust.	reakční produkt obsahuje sirníku měďičnatého	síranu měďnatého	mědi
500°	0·2308 *g*	0·1970 *g*	0·0140 *g*	0.2697 *g*	93·81%	4·87%	1·48%
600°	0·2480 *g*	0·2076 *g*	0·0144 *g*	0·2694 *g*	88·50%	4·72%	6·84%
700°	0·2511 *g*	0·2040 *g*	0·0134 *g*	0·2266 *g*	75·73%	4·46%	19·46%
800°	0·2323 *g*	0·1822 *g*	0·0061 *g*	0·1821 *g*	67·61%	2·30%	29·24%

Při vysokých teplotách probíhá vedle přeměny sirníku měďnatého [Karsten[21])] v měďičnatý:



$$4CuS \rightarrow 2Cu_2S + S_2$$

reakce, dávající vznik síranu:



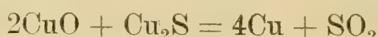
$$CuS + 2SO_2 \rightarrow CuSO_4 + S_2,$$

který však vyšší teplotou se rozkládá



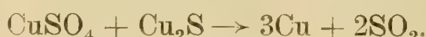
$$CuSO_4 \rightarrow CuO + SO_3$$

a dává vznik kovové mědi:



$$2CuO + Cu_2S = 4Cu + SO_2$$

respektive



$$CuSO_4 + Cu_2S \rightarrow 3Cu + 2SO_2.$$

e) S i r n í k k a d e m n a t ý.

Sirník, připravený dle FOLLENIUSA,[21]) po vyžíhání v proudu kysličníku siřičitého dával síran kademnatý. Týž vyextrahován převařenou horkou vodou v proudu kysličníku uhličitého a stanoven přešlý SO_4'', zbytek oxydován a opět stanoven $BaSO_4$, filtráty, chovající Cd'', převedeny na CdS a dále na $CdSO_4$, který vážen. Do náletů odcházela síra a něco sirníku kademnatého.

Shledáno:

Teplota	Vzatá látka	Síranu barnatého z vytvořeného $CdSO_4$	Síran barnatý ze zbylého CdS	Veškerý síran kademnatý	Odpovídá Sirníku kademnatého	Odpovídá Síranu kademnatého
400°	0·3381 *g*	0·0156 *g*	0·4970 *g*	0·4570 *g*	95·34%	4·34%
500°	0·3262 *g*	0·0275 *g*	0·4376 *g*	0·4039 *g*	91·30%	8·29%
600°	0·3086 *g*	0·0374 *g*	0·3444 *g*	0·3405 *g*	85·73%	13·50%
700°	0·3042 *g*	0·0418 *g*	0·3080 *g*	0·3121 *g*	83·12%	16·27%
800°	0·3072 *g*	0·0535 *g*	0·2602 *g*	0·2806 *g*	76·37%	22·67%

Reakce probíhá dosti zvolna dle schematu



$$CdS + 2SO_2 \rightarrow CdSO_4 + S_2$$

Při teplotách vyšších nastanou komplikace vzhledem k tomu, že síran kademnatý se rozkládá, jak zjistili PERDUE a HULETT.[22]) Z nedostatku jiné pece, jež snesla by zatížení větším proudem a dovolila zahřívání při vyšší teplotě, bylo prozatím od dalších pokusů upuštěno.

f) S i r n í k v i z m u t o v ý.

Vylučován a čistěn dle způsobu obvyklého při kvantitativním stanovení vizmutu v podobě Bi_2S_3. Při analysách re-

akčních produktů postupováno tím způsobem, že účinkováno na ně v proudu kysličníku uhličitého horkou vodou okyselenou několika kapkami solné kyseliny, v níž silně žíhaný sirník vizmutový se nerozpouští,[23]) a pro kontrolu unikající plyn veden roztokem jodovým; tak rozpuštěn vytvořivší se síran vizmutový a stanoven v něm SO_4'', pak oxydována síra sirníková i určen opět SO_4'' a ve spojených filtrátech srážen Bi_2S_3.

Výsledky:

Teplota	Naváženo	$BaSO_4$ v části ve vodě rozpustné	$BaSO_4$ v části ve vodě nerozpustné	Sirník vizmutový	Reakční produkt chová sirníku vizmutového	síranu vizmutového	vizmutu
300°	0·3724 *g*	0·0284 *g*	0·4586 *g*	0·3558 *g*	92·00%	7·84%	—
400°	0·3672 *g*	0·1658 *g*	0·1383 *g*	0·2224 *g*	37·65%	62·08%	—
500°	0·3662 *g*	0·1099 *g*	0·1303 *g*	0·2204 *g*	32·59%	52·90%	14·26%
600°	0·3406 *g*	0·0670 *g*	0·0501 *g*	0·1982 *g*	25·46%	26·19%	48·02%
700°	0·3356 *g*	0·0378 *g*	0·0124 *g*	0·1994 *g*	16·82%	7·61%	74·63%
800°	0·4340 *g*	0·0211 *g*	0·0102 *g*	0·2534 *g*	7·23%	4·83%	87·41%

Nálety byly pestrých barev; obsahovaly síru, sirník, oxyd i síran vizmutový.

Reakce probíhá takto:



$$Bi_2S_3 + 6SO_2 = Bi_2(SO_4)_3 + 3S_2,$$

takže vzniká síran vizmutový. Kovový vizmut přimisuje se nad 500° C, kdy patrně již část sirníku se rozkládá, což dokázali MARX[23]) i R. SCHNEIDER.[24])

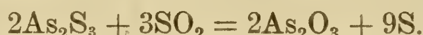
g) Sirník arsenový.

Vyroben v podobě, v jaké slouží při analytickém vylucování. Při analyse produktů oxydovány tyto dýmavou kyselinou dusičnou i určen vzniklý SO_4'' jako $BaSO_4$ a arseničný iont vázán na fosforečnan hořečnato-amonatý i vážen jako $Mg_2P_2O_7$. Nálety byly rozpuštěny v amoniaku a po oxydaci kysličníkem vodičitým postupováno touže cestou.

Teplota	Váha produktu na lodce	$BaSO_4$	$Mg_2P_2O_7$	Složení reakč. produktu sirníku arsenového	arsenu
300°	0·0938 *g*	0·2562 *g*	0·1204 *g*	95·93%	3·71%
400°	0·0998 *g*	0·2492 *g*	0·1331 *g*	87·68%	10·93%
500°	vše přešlo do náletu, který obsahoval sirník arsenový a kysličník arsenový.				

Při nižší teplotě v proudu kysličníku siřičitého sirník arsenový těká i částečně se rozkládá a tvoří se směse s vyš-

ším obsahem arsenu nežli odpovídá As_2S_3, při 500° C v těkajících zplodinách nalézá se kysličník arsenový, vznikající patrně dle reakce



$$2As_2S_3 + 3SO_2 = 2As_2O_3 + 9S.$$

Kovový arsen vznikne reakcí oxydu s kysličníkem (jak poznal HAUSMANN[25]) a rozpouští se v nadbytečném sirníku.

h) Sirník antimonový.

Upravován dle návodu HENZOVA (Treadwell: Analyt. Chem. II. 5 vyd. str. 181). Produkty extrahovány roztokem vinné kyseliny a vyloučen $BaSO_4$, odpovídající vzniklému síranu antimonovému, zbytek oxydován dusičnou kyselinou a určena sírová kyselina, též antimon.

Teplota	Reakční produkt	Ba_4SO odpovídající síranu antimonovému	$BaSO_4$ ze sirníku nepřeměněného	Sb_2S_3	Složení reakčního produktu: sirníku antimonového	síranu antimonov.	antimonu
400°	0·3298 *g*	0·0082 *g*	0·6716 *g*	0·3266 *g*	97·79%	1·88%	—
500°	0·2048 *g*	0·0038 *g*	0·4148 *g*	0·2026 *g*	96·97%	1·32%	—
600°	0·1592 *g*	—	0·2694 *g*	0·1690 *g*	81·68%	—	17·72%
700°	0·0452 *g*	—	0·0160 *g*	0·0584 *g*	16·81%	—	80·08%

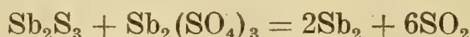
Nálety tvořivší se byly velmi pestré, z části černé, též oranžové, hnědé, žluté i dále bílé. Mimo to i uvnitř roury nalézaly se trsy krystalů v podobě jehlic, až 1 *cm* dlouhých. Nálet byl povahy složené, choval sirník, síran i kysličník antimonový. Při vyšší teplotě těkal sirník příliš rychle, takže nebylo možno zachytiti reakční splodiny.

Přítomnost síranu antimonového při nízkých teplotách nasvědčuje reakci:



$$Sb_2S_3 + 6SO_2 = Sb_2(SO_4)_3 + 3S_2$$

Tvorbu kovového antimonu lze si vysvětliti buď rozkladem síranu na oxyd a vzájemným působením kysličníku se zbylým sirníkem, nebo přímo další reakcí



$$Sb_2S_3 + Sb_2(SO_4)_3 = 2Sb_2 + 6SO_2$$

i) Sirník cínatý.

Do roztoku slabě okyseleného chloridu cínatého uváděn dle DITTE-A[26]) sírovodík a vzniklá tmavohnědá ssedlina promyta sírovodíkovou vodou, okyselenou octovou kyselinou a

alkoholem. Usušena v Henzově sušárně při 300° C v proudu kysličníku uhličitého. Reakční produkty, chovající kysličník ciničitý a síran cínatý vedle sirníku nezměněného, rozloženy kyselinou solnou a unikající sírovodík v proudu kysličníku uhličitého veden do roztoku $^1/_{10}$ *n* jodu, ve zbytku stanoven iont SO_4'' a z filtrátu sražen nadbytek $Ba^{\cdot\cdot}$ kyselinou sírovou, načež odkouřeno s kyselinou dusičnou a po vyžíhání vážen SnO_2. Nálety chovaly pouze síru.

Shledáno:

Teplota	Reakční produkt	Sírovodíkové síry	Síranu barnatého	Kysličníku ciničitého	Složení produktu: sirníku cínatého	síranu cínatého	kysličníku ciničitého
400°	0·1042 *g*	0·0064 *g*	0·0048 *g*	0·1016 *g*	28·88%	4·2%	65·64%
500°	0·1160 *g*	0·0016 *g*	0·0082 *g*	0·1118 *g*	6·37%	6·46%	85·43%
600°	0·1334 *g*	—	0·0216 *g*	0·1260 *g*	—	14·76%	84·18%

Reakcí vznikal síran cínatý:



$$SnS + 2SO_2 = SnSO_4 + S_2,$$

který rozkladem poskytnul, jak dokázal již GAY-LUSSAC,[27]) kysličník ciničitý:



$$SnSO_4 = SnO_2 + SO_2$$

ač možným jest i průběh přímý:



$$SnS + SO_2 = SnO_2 + S_2.$$

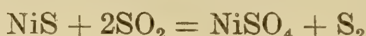
j) Sirník nikelnatý.

Připraven dle TUPPUTI-HO,[28]) filtrován a sušen v proudu kysličníku uhličitého. Reakční produkt extrahován vodou okyselenou několika kapkami kyseliny solné a stanoven vzniklý SO_4'', načež oxydován zbytek dýmavou kyselinou dusičnou, odpařen s kyselinou solnou a stanovena opět sírová kyselina. Množství niklu vypočteno z naváženého produktu, neboť nepřecházel do náletu, který složen byl pouze ze síry.

Získány tyto výsledky:

Teplota	Odváženo	Reakční produkt	$BaSO_4$ ze síranu	$BaSO_4$ ze sirníku	Složení reakčního produktu: sirníku	síranu nikelnatého	kysličníku nikelnat.
500°	0·1984 *g*	0·2216 *g*	0·0832 *g*	0·4273 *g*	74·59%	24·95%	—
600°	0·1783 *g*	0·2021 *g*	0·1172 *g*	0·2108 *g*	40·52%	38·44%	20·58%
700°	0·1921 *g*	0·2002 *g*	0·1021 *g*	0·1463 *g*	28·36%	33·81%	39·21%
800°	0·2221 *g*	0·1982 *g*	0·0312 *g*	0·0566 *g*	11·35%	10·45%	77·95%

Reakcí:



$$NiS + 2SO_2 = NiSO_4 + S_2$$

tvořící se síran při vyšší teplotě se rozkládá i vzniká kysličník nikelnatý.

k) Sirník kobaltnatý.

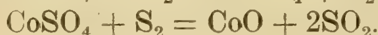
Postupováno analogicky jak popsáno při sirníku předchozím a nalezeno:

Teplota	Odváženo	Reakční produkt	$BaSO_4$ ze síranu	$BaSO_4$ ze sirníku	Reakční produkt sirníku	síranu	kysličníku kobaltnatého
500°	0·1867 *g*	0·2280 *g*	0·1514 *g*	0·3244 *g*	55·49%	44·08%	—
600°	0·2153 *g*	0·2064 *g*	0·0537 *g*	0·1537 *g*	29·02%	17·29%	53·73%
700°	0·2154 *g*	0·1944 *g*	0·0298 *g*	0·0912 *g*	23·45%	10·18%	71·29%
800°	0·2252 *g*	0·1921 *g*	0·0202 *g*	0·0080 *g*	1·68%	6·97%	91·93%

Reakce probíhají stejně jako při sirníku nikelnatém, pouze snadněji děje se rozklad síranu:



$$CoS + 2SO_2 = CoSO_4 + S_2$$



$$CoSO_4 + S_2 = CoO + 2SO_2.$$

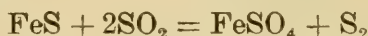
l) Sirník železnatý.

Připraven dle Roseho.[29]) Reakční produkt vyjmut roztokem citranu amonatého a stanoven SO_4'', pak oxydováno a opět určen $BaSO_4$. Železo do náletu nepřecházelo, obsahoval pouze síru.

Provedeny pokusy:

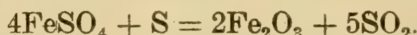
Teplota	Naváženo	Reakční produkt	$BaSO_4$ ze síranu	$BaSO_4$ ze sirníku	Reakční produkt sirníku železnatého	síranu železnatého	kysličníku železitého
500°	0·2056 *g*	0·2254 *g*	0·0788 *g*	0·4078 *g*	68·13%	22·75%	8·97%
600°	0·2350 *g*	0·2452 *g*	0·0748 *g*	0·2666 *g*	40·94%	19·84%	39·35%
700°	0·2050 *g*	0·2004 *g*	0·0415 *g*	0·0146 *g*	5·48%	13·46%	80·79%
800°	0·2121 *g*	0·1929 *g*	—	—	—	—	99·63%

Probíhají tu vedle sebe reakce:



$$FeS + 2SO_2 = FeSO_4 + S_2$$

a dále



$$4FeSO_4 + S = 2Fe_2O_3 + 5SO_2.$$

Dle R. Bradforda[30]) počíná síran železnatý vyšší teplotou štěpiti se při 590° C.

m) Sirník manganatý.

Dle Rose-ho upravený sirník manganatý skýtal v proudu kysličníku siřičitého za vyšší teploty produkty, které vyextrahovány vodou v proudu inertního plynu chovaly síran manganatý. Zbytek obsahoval nerozložený sirník a směs kysličníků. Nálety složeny byly pouze ze síry.

Teplota	Naváženo	Reakční produkt	$BaSO_4$ ze síranu	Ze sirníku	Reakční produkt chová sirníku manganatého	síranu manganatého	kyslič.
500°	0·2450 *g*	0·2640 *g*	0·0804 *g*	0·5671 *g*	80·15%	19·69%	—
600°	0·1524 *g*	0·1955 *g*	0·1640 *g*	0·1951 *g*	37·18%	54·21%	8·44%
700°	0·1778 *g*	0·1822 *g*	0·0558 *g*	0·1803 *g*	36·82%	19·75%	43·13%
800°	0·2424 *g*	0·2644 *g*	—	—	—	—	směs.

v níž obsaženo 86·61% Mn_3O_4

Tvořící se síran manganatý:



$$MnS + 2SO_2 = MnSO_4 + S_2$$

se rozkládá a vznikají pravděpodobně směse kysličníků.

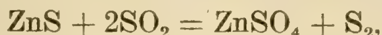
n) Sirník zinečnatý.

Ku přípravě užito předpisu známého z knih analytických. Reakční produkty rozkládány v proudu kysličníku uhličitého kyselinou solnou, sírovodík stanoven v $^1/_{10}$ *n* J a v roztoku soli zinečnaté určen SO_4''. V náletech obsažena byla pouze síra.

Shledáno:

Při teplotě	Vzato do práce	Reakční produkt	Sírovodíkové síry	Síranu barnatého	Složení reakčního produktu sirníku	síranu	kyslič. zinečnatého
500°	0·2325 *g*	0·2426 *g*	0·0716 *g*	0·0356 *g*	89·65%	10·18%	—
600°	0·2736 *g*	0·2870 *g*	0·0725 *g*	0·0636 *g*	76·75%	15·40%	7·73%
700°	0·2394 *g*	0·2252 *g*	0·0338 *g*	0·0258 *g*	45·60%	7·90%	47·07%
800°	0·2318 *g*	0·2106 *g*	0·021 *g*	0·0116 *g*	30·29%	3·80%	64·67%

Z pokusů plyne, že při 500° C probíhá pouze reakce:



$$ZnS + 2SO_2 = ZnSO_4 + S_2,$$

avšak při vyšších teplotách rozkladným produktům přimísen jest kysličník zinečnatý, vzniklý dissociací síranu zinečnatého (Deville a Debray pozorovali rozklad síranu zinečnatého).

o) Sirník chromitý.

Ku jeho výrobě užito krystalovaného chloridu chromitého, připraveného dle návodu prvního z nás,[31]) načež dle způsobu ŠAFAŘÍKOVA[32]) převeden chlorid v sirník žíháním v proudu sírovodíku.

Po reakci látka vyvařena v proudu kysličníku uhličitého za přidání několika kapek kyseliny solné. Ze získaného roztoku po odstranění chromu amoniakem sražen $BaSO_4$, zbytek oxydován lučavkou královskou a opět stejně určen SO_4''. Látka vážena před a po reakci, v náletu mimo síry ničeho nenalezeno.

Výsledky byly tyto:

Teplota	Použito	Po reakci	Síranu barnatého z rozpust. podílu	Síranu barnatého ze sirníku	Složení reakčního produktu: sirníku	síranu	kysličníku chromitého
500°	0·1644 *g*	0·1562 *g*	0·0177 *g*	0·3705 *g*	67·78%	6·39%	26·00%
600°	0·1494 *g*	0·1422 *g*	0·0247 *g*	0·2897 *g*	58·21%	9·78%	32·34%
700°	0·1542 *g*	0·1282 *g*	0·0167 *g*	0·0742 *g*	16·56%	7·29%	76·53%
800°	0·1322 *g*	0·1006 *g*	sledy	—	—	sledy	99·70%

Již při 500° C tvoří se dle reakce:



$$Cr_2S_3 + 6SO_2 = Cr_2(SO_4)_3 + 3S_2$$

při čemž se však síran částečně rozkládá, což bylo známo již SCHRÖTTEROVI.[33])

p) Sirník hlinitý.

Připraven prudkým žíháním sirníku olovnatého s hliníkem. Z reakčního produktu po účinku kysličníku siřičitého odstraněn sírovodík zahříváním s kyselinou solnou v proudu kysličníku uhličitého a stanoven v $^1/_{10}$ *n* roztoku jodovém, ve zbytku stanoven vzniklý síran ve formě $BaSO_4$, když zprvu byl iont $Al^{\cdots}$ sražen amoniakem.

Výsledky objasňuje tento přehled:

Teplota	Vzato do práce	Po reakci	Síry sírovodíkové	Síranu barnat.	Složení propuktu: sirníku	síranu	kyslič.
500°	0·2121 *g*	0·2246 *g*	0·0836 *g*	0·1106 *g*	58·26%	34·18%	17·85%
600°	0·2125 *g*	0·2211 *g*	0·0685 *g*	0·1244 *g*	48·48%	27·54%	24·64%
700°	0·2569 *g*	0·2114 *g*	0·0310 *g*	0·0691 *g*	22·64%	15·98%	62·77%
800°	0·2836 *g*	0·2140 *g*	—	0·0387 *g*	—	9·22%	90·40%

Probíhají současně dvě reakce:



$$Al_2S_3 + 6SO_2 = Al_2(SO_4)_3 + 3S_2$$



$$Al_2S_3O_{12} = Al_2O_3 + 3SO_3$$ [WÖHLER a PLÜDDEMAN[34])].

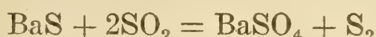
r) Sirník barnatý.

K pokusům vzat preparát fy Kahlbaumovy; obsahoval 99,42% BaS a sledy polysulfidů. Při počátku práce užíváno k analysám methody Feldovy ku dělení sirníků, sulfitů a thiosulfitů (Classen: Ausgew. Methoden d. anal. Chemie II.). Jelikož však siřičitany a sirnatany nebyly zjištěny, rozkládány produkty reakční v proudu dusíku kyselinou solnou, unikající sírovodík stanoven jodometricky a odfiltrován síran barnatý reakcí se tvořící.

Shledáno:

Teplota	Použito	Po reakci	Sirníku barnatého	Síranu barnatého	Reakční produkt obsahuje sirníku	síranu
500°	0·3192 *g*	0·3426 *g*	0·2571 *g*	0·0892 *g*	74·18%	26·03%
600°	0·3226 *g*	0·3562 *g*	0·2314 *g*	0·1252 *g*	64·96%	35·14%
700°	0·3112 *g*	0·3521 *g*	0·2010 *g*	0·1514 *g*	57·08%	42·99%
800°	0·3014 *g*	0·3462 *g*	0·1800 *g*	0·1666 *g*	52·00%	48·12%

Reakce probíhá zvolna a tvoří se síran barnatý:



$$BaS + 2SO_2 = BaSO_4 + S_2$$

s) Sirník vápenatý.

Pocházel od fy Kahlbaumovy, měl 99·26% CaS a sledy polysulfidů. Analysy provedeny stejně jako v případu předešlém.

Z výsledků:

Teplota	Užito	Resultovalo	Sirníku	Síranu	Nalezeno sirníku	síranu
500°	0·3391 *g*	0·3562 *g*	0·3198 *g*	0·0617 *g*	89·78%	10·12%
600°	0·3132 *g*	0·3422 *g*	0·2800 *g*	0·1060 *g*	81·82%	18·05%
700°	0·2814 *g*	0·3212 *g*	0·2357 *g*	0·1453 *g*	73·41%	26·42%
800°	0·2586 *g*	0·3102 *g*	0·1992 *g*	0·1894 *g*	64·21%	35·64%

vyplývá, že reakce probíhá jednoduše:



$$CaS + 2SO_2 = CaSO_4 + S_2$$

za vzniku síranu, rychleji nežli při sirníku barnatém.

t) Sirník hořečnatý.

Připraven zahříváním směsi hořčíku a síry v proudu sirovodíku. Obsahoval 56·75% síry (theorie pro MgS žádá 56·87%). Při reakci s kysličníkem siřičitým dával pouze síran, takže jodometricky určován nerozložený sirník a vzniklý SO_4'' v podobě $BaSO_4$.

Nalezené výsledky:

Teplota	Bráno do práce	Resultát	Sirníku	Síranu	Nalezeno sirníku	Nalezeno síranu
500°	0·2543 *g*	0·2688 *g*	0·2408 *g*	0·0538 *g*	89·58%	10·28%
600°	0·1228 *g*	0·2626 *g*	—	0·5080 *g*	veškeren sirník přeměněn na síran	

dle rovnice



$$MgS + 2SO_2 = MgSO_4 + S_2$$

u) Sirník sodnatý bezvodý.

Po vyzkoušení jednotlivých, v literatuře popsaných method shledáno, že nejlepších výsledků poskytá způsob SABATIERův,[35]) odvodňováním v proudu vodíku.

Pracováno na loďce magnesiové, neboť porculánová příliš se naleptávala a do produktů vcházela křemičitá kyselina. V produktech obsažen byl pouze síran sodnatý a nezměněný sirník. Octanem kademnatým vylučován iont S″, načež ve filtrátu stanoveno SO_4''. Nálety obsahovaly pouze síru.

Teplota	Odváženo sirníku	Reakční produkt	Síran barnatý	Reakční produkt obsahoval
300°	0·2436 *g*	0·2568 *g*	0·0460 *g*	10·93% Na_2SO_4
400°	0·2286 *g*	0·2634 *g*	0·1220 *g*	28·28% »
500°	0·1916 *g*	0·2742 *g*	0·3016 *g*	66·82% »
600°	0·1486 *g*	0·2694 *g*	0·4406 *g*	99·98% »

Reakce:



$$Na_2S + 2SO_2 = Na_2SO_4 + S_2$$

probíhá již při 300°.

Nad 600° C neexistuje sirník sodnatý v atmosféře kysličníku siřičitého.

B) Pokusy s některými obecnými sirníky přirozenými.

Voleny suroviny laciné jako pyrit, blejno olověné, blejno zinkové a surma a zkoušeno, zda nebylo by možno pouhým žíháním v proudu kysličníku siřičitého dospěti ku síranům. Vybrány z větší zásoby čistého přebraného již materiálu kousky homogenní, chovající pokud možno nejmenší množství matečných hornin.

a) Pyrit.

Použitý kyz Rio Tinto obsahoval: 52·91% Fe, 46·24% S a 0·18% Pb, pouze sledy arsenu a křemičitanů. Reakční pro-

dukt extrahován v proudu kysličníku uhličitého za horka kyselinou solnou 1:10. V roztoku vzniklém stanovena sírová kyselina, odpovídající utvořivšímu se síranu železnatému.

Shledáno, že po hodinnovém účinku kysličníku siřičitého při teplotě

500°	vznikl	produkt,	chovající	0·77% $FeSO_4$
600°	»	»	»	1·60% »
700°	»	»	»	1·12% »
800°	»	»	»	0·82% »

Nastává tu řada reakcí souběžně probíhajících. Pyrit vyšší teplotou dissociuje:



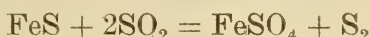
$$3FeS_2 = Fe_3S_4 + S_2$$

event.



$$2FeS_2 = 2FeS + S_2,$$

na vzniklý sirník působí kysličník siřičitý:



$$FeS + 2SO_2 = FeSO_4 + S_2$$

avšak tvořící se síran se dál štěpí:



$$2FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3,$$

takže resultuje síranu jen nepatrné množství.

b) B l e j n o o l o v ě n é.

Materiál obsahoval 86·41% Pb a 13·31% síry a jen nepatrné sledy železa. Žíháním v proudu kysličníku siřičitého za obvyklých podmínek získány produkty, v nichž nalezeno:

při 500° C	18·22%	síranu olovnatého			
» 600° C	50·32%	» »	a 2·65%	kovového	olova
» 700° C	26·54%	» »	a 35·14%	»	»
» 800° C	6·18%	» »	a 93·50%	»	»

c) S u r m a.

Byla složení:

Sb . . . 71·10%; S . . . 28·41%; Fe . . . 0·13%; olova . . . 0·01%; mědi . . . 0·03%.

Skytala při

400° C	produkt, v kterém shledáno	1·64% síranu antimonového
500° C	» » » »	0·86% » » vedle 2·4% antimonu co takového
600° C	» » » »	vedle nerozloženého sirníku 8·04% antimonu co takového.

Nálety byly velice pestré, barvy bílé, černé, oranžové až hnědé. Vysvítá, že poměry jsou obdobné oněm, které zjištěny byly při uměle připraveném sirníku antimonovém.

d) Blejno zinkové.

Užito v podobě dokonale vyvinutých krystalů průhledných. Bylo čistým sirníkem zinečnatým. Při 500° v proudu kysličníku siřičitého nedávalo žádný síran, při 600° po hodinovém účinku obsahoval produkt 10·41% síranu a 5·61% kysličníku zinečnatého, při 700° klesl obsah síranu na 8·02% a vzniklo 25·51% kysličníku. Ani při 800° C nevešel veškeren sirník v reakci, v produktu nalezeno 4·28% síranu a 45·31% kysličníku zinečnatého.

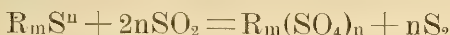
Údaje z odborné literatury:

1. Schenck a Rassbach: Berl. Ber. 1907. XL. 3. str. 2185—2201.
2. Schenck a Hempelmann: Zeit f. angew. Ch. 1913. I. str. 648—652.
3. Friedrich: Metallurgie VI. str. 169—182; VII. 79—89; VIII. 328 až 332.
4. Sackur: Berl. Ber. XLI. 1908 str. 3356.
5. Vondráček: Oesterr. Zeit. f. Berg. Hütt. 1906 str. 437—441.
6. Schenck viz č. 2.
7. Plattner: Röstprocesse r. 1856.
8. Ritter: Central-Blatt r. 1860 str. 711.
9. Sidot: Compt. rend. 63. str. 188.
10. Verneuil: Compt. rend. 66. str. 1104.
11. Hannay: Chem. News. 67. str. 291; 69. str. 270—272.
12. Milbauer: Rozpravy České Akademie roč. 23. XXIII.
13. Štolba: Journ. f. prakt. Ch. 99. str. 54.
14. Sestini: Bull. Soc. chim. Paris (N. S.) 24. str. 490.
15. Violi: Chem. Centralbl. 1877. str. 273.
16. Brückner: Monatsh. f. Ch. 1906. 27. str. 49.
17. Souchay: Zeit. f. anal. Ch. 1865. str. 64.
18. Classen: Journ. f. prakt. Ch. 1901. I. str. 29.
19. Jenkins-Smith: Journ. of Chem. Soc. 1897. 71. str. 666.
20. Coppock: Chem. News. 1897. (76) str. 231.
21. Follenius: Zeit. f. anal. Chem. 1874. XIII. str. 542.
22. Perduc a Hulett: Journ. of Phys. Chem. 15. str. 155.
23. Marx: Journ. f. Chem. u. Phys. 58. str. 471.
24. R. Schneider: Annal. d. Chem. u. Phys. 91. str. 420.
25. Hausmann: Tytéž. 74. str. 199.
26. Ditte: Compt. rend. 1906. str. 1142.
27. Gay-Lussac: cit. v Gmelin-Kraut Handb. d. anorg. Ch. IV. I. 296.

28. Tupputti: Týž. V. 1—61.
29. Rose: Pogg. Annal. 110. 126.
30. Bradford: Berg.- u. Hütt.-Zeit. 61. 529.
31. Milbauer: Cvičení v anorg. Chem. str. 118.
32. Šafařík: Sitzber. d. Akad. d. Wissenschaften. Vídeň. (47. 526.)
33. Schrötter: cit. v Gmelin-Kraut: Handb. d. anorg. Chem. III. 1. str. 40.
34. Wöhler & Plüddemann: Ber. d. deut. ch. Ges. 1908. 41. str. 703.
35. Sabatier: Annal. chim. Phys. (5) 22. 15.

Soubor výsledků.

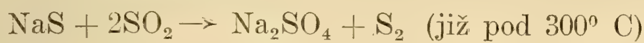
Uměle připravené sirníky obecnějších kovů i sirné jednoduché nerosty resp. rudy reagují dle rovnice:



$$R_mS^n + 2nSO_2 = R_m(SO_4)_n + nS_2$$

vyjímaje sirník rtuťnatý, který se nemění.

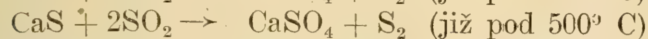
Při sirnících alkalických a sirnících žíravých zemin vznikají pouze sírany:



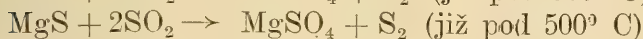
$$NaS + 2SO_2 \rightarrow Na_2SO_4 + S_2 \quad \text{(již pod 300° C)}$$



$$BaS + 2SO_2 \rightarrow BaSO_4 + S_2 \quad \text{(již pod 500° C)}$$



$$CaS + 2SO_2 \rightarrow CaSO_4 + S_2 \quad \text{(již pod 500° C)}$$



$$MgS + 2SO_2 \rightarrow MgSO_4 + S_2 \quad \text{(již pod 500° C)}$$

Nevznikají žádné vedlejší zplodiny; u sirníku hořečnatého při 600° nalezen veškeren sirník přeměněn v síran.

Sirník hlinitý, chromitý, zinečnatý, manganatý, železnatý, kobaltnatý a nikelnatý, dále sirník cínatý a kademnatý poskytují za vyšší teploty účinkem kysličníku siřičitého příslušné s í r a n y, avšak reakce počíná v mezích teplotních, kdy již sírany se rozkládají a dávají vznik k y s l i č n í k ů m.

Při sirníku antimonovém, vizmutovém, měďnatém a olovnatém nalézáme v splodinách reakce vedle síranu příslušných kovů, sám ten který element.

V Praze, v červnu 1916.

Z chemické laboratoře anorganické technologie na c. k. české vysoké škole technické v Praze.

X.

Arithmetische Transformationen.

Zweite Mitteilung.

Von **Franz Rogel** in Klagenfurt.

Vorgelegt am 27. Oktober 1916.

In der gleichnamigen Abhandlung des Verfassers (Erste Mitteilung), abgedruckt im Jahresbericht von 1914, wurde die Formel (5)*)

$$\sum_{\nu=a}^{b} f(\nu) g(\nu) = \mathfrak{x}(b+1) g(\mathfrak{z}_{n-1}) - \mathfrak{x}(\mathfrak{z}_1) g(\mathfrak{z}_1) + g(a)[\mathfrak{x}(\mathfrak{z}_1) - \mathfrak{x}(a)]$$

$$- \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathfrak{x}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})[g(\mathfrak{z}_{\sigma+1}) - g(\mathfrak{z}_\sigma)]$$

$$a < \mathfrak{z}_1, \quad \mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n, \quad f(\nu) = \mathfrak{x}(\nu+1) - \mathfrak{x}(\nu), \quad g(\nu) = \mathfrak{y}[\mathfrak{f}(\nu)]$$

und (50)

$$\varepsilon \sum_{\tau=\tau_1}^{\tau_2} [\xi(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1) + \eta(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1)]^r + \varepsilon_1 \sum_{\sigma=1}^{n-2} [\xi(\mathfrak{z}_{\sigma+1}^{(\eta)}) + \eta(\mathfrak{z}_\sigma^{(\eta)})]^r =$$

$$= \frac{1}{r+1} \{\mathbf{B}_{r+1}[\xi(b+1) + \eta(\mathfrak{z}_{n-1}^{(\eta)})] - \mathbf{B}_{r+1}[\xi(\mathfrak{z}_1^{(\eta)}) + \eta(\mathfrak{z}_1^{(\eta)})]$$

$$+ \mathbf{B}_{r+1}[\xi(\mathfrak{z}_1^{(\eta)}) + \eta(a)] - \mathbf{B}_{r+1}[\xi(a) + \eta(a)]\} \;^{**)}$$

---

*) Die Formelnummern < 67 beziehen sich auf die genannte Schrift.

**) $\mathbf{B}_{r+1}$: Bernoulli'sche Funktion (r+1)[ter] Ordnung.

abgeleitet, durch welche die links stehenden Summen **L** bezw. **L'** in die rechts stehenden **R** bezw. **R'** transformiert werden.

Diese Formänderung hat zur notwendigen Voraussetzung, dass die Function $\mathfrak{f}(v)$ zwischen gewissen Grenzen a und b den beiden Bedingungen gehorcht:

1. $\mathfrak{f}(x+1)-\mathfrak{f}(x)=\pm 1$ oder $=0$,

2. dass zweien oder mehreren aufeinanderfolgenden ganzen x derselbe Funktionswert $\mathfrak{f}(x)$ entspricht.

Den sechs Funktionen $\mathfrak{f}$, die dort untersucht und in (5) und (50) eingeführt wurden, sollen im Folgenden weitere, diesen Bedingungen zwischen a und b genügende Funktionen angereiht und für jede die Grössen $\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu)\equiv\mathfrak{f}_\nu$, $\mathfrak{z}_\nu$ und n ermittelt werden.

7. $\mathfrak{f}(x)=\left|\dfrac{1}{\sqrt[r]{i+hx}}\right|$; $i, h<1$.

Die in Betracht kommenden Werte von x liegen zwischen

0 und $1+\left|\dfrac{1-i}{h}\right|$, wofür $\mathfrak{f}=\left|\dfrac{1}{\sqrt[r]{i}}\right|$ bezw. $=1$ ist.

Aus

$$\mathfrak{f}_\nu=\mathfrak{f}_{\nu-1}-1$$

folgt zunächst

$$\mathfrak{f}_\nu=\mathfrak{f}_1-\nu+1 \quad\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (67)$$

Der Gleichung

$$\mathfrak{f}_{\nu-1}=\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i+hx}}\right|=\frac{1}{\sqrt[r]{i+hx}}-\varrho,\ 0\leqq\varrho<1,$$

entsprechen im Allgemeinen mehrere ganzzahlige Wurzeln

$$x=\frac{1}{h(\mathfrak{f}_{\nu-1}+\varrho)^r}-\frac{i}{h}.$$

Der grössten x_{max} entspricht der kleinste Rest; somit, wenn $\varrho=0$ gesetzt wird

$$x_{\max} \leqq \frac{\frac{1}{\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - i}{h},$$

folglich wegen

$$\mathfrak{z}_\nu = 1 + x_{\max}$$

$$\mathfrak{z}_\nu \leqq \frac{\frac{1}{\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - i}{h} + 1 = \frac{\frac{1}{(\mathfrak{f}_\nu + 1)^r} - i}{h} + 1 \,; \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\alpha)$$

anderseits ist

$$\mathfrak{f}_\nu^r \leqq \frac{1}{i + h\mathfrak{z}_\nu} \qquad \text{oder}$$

$$\mathfrak{z}_\nu \leqq \frac{1}{h\mathfrak{f}_\nu^r} - \frac{i}{h}.$$

Wird $\varrho = 1$ angenommen, so ist das kleinste ganzzahlige $x_{\min} = \mathfrak{z}_\nu$

$$x_{\min} > \frac{\frac{1}{(\mathfrak{f}_\nu + 1)^r} - i}{h} > \frac{\frac{1}{\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - i}{h}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\beta)$$

woraus durch Vergleich mit (α)

$$\frac{\frac{1}{\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - i}{h} + 1 \geqq \mathfrak{z}_\nu > \frac{\frac{1}{\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - i}{h}$$

$$\mathfrak{z}_\nu = \left| \frac{1}{h\mathfrak{f}_{\nu-1}^r} - \frac{i}{h} \right| + 1,$$

und mit Rücksicht auf (67)

$$\mathfrak{z}_\nu = \left| \frac{1}{h(\mathfrak{f}_1 - \nu + 2)^r} - \frac{i}{h} \right| + 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (68)$$

und

$$\mathfrak{z}_1 = \left| \frac{1}{h(\mathfrak{f}_1 - 1)^r} - \frac{i}{h} \right| + 1 \quad \ldots \ldots \quad (68')$$

folgt.

Ferner ergiebt sich aus (67)

$$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_{n-1}) = \mathfrak{f}_{n-1} = \mathfrak{f}_1 - n + 2 = \left| \frac{1}{\sqrt[r]{i + h\mathfrak{z}_{n-1}}} \right| = \left| \frac{1}{\sqrt[r]{i + bh}} \right|,$$

da

$$\mathfrak{z}_{n-1} \leqq b < \mathfrak{z}_n$$

vorausgesetzt wird, demnach $\mathfrak{f}$ von $x = \mathfrak{z}_{n-1}$ bis incl.

$$x = \mathfrak{z}_n^{-1}$$

unverändert bleibt,

$$n - 2 = \mathfrak{f}_1 - \mathfrak{f}(b) \quad \ldots \ldots \quad (69)$$

Beispiel.

$$\mathfrak{f}(x) = \left| \frac{1}{\sqrt{0{,}1 + 0{,}2\,x}} \right|$$

		$\mathfrak{z}_1$				$\mathfrak{z}_2$
$x =$	0	1	2	3	4	5.
$\mathfrak{f} =$	3	1	1	1	1	0
$\varrho =$	0,1	0,8	0,4	0,2	0,05	

Besondere Fälle.

a) $\mathfrak{x}(u) = u$, $f(u) = \mathfrak{x}(u+1) - \mathfrak{x}(u) = 1$, $\gamma(u) = u^k$,

$$\sum_{\nu=a}^{b} \left(\left| \frac{1}{\sqrt[r]{i + h\nu}} \right| \right)^k = (b+1)\,(\mathfrak{f}_1 - n + 2)^k - \mathfrak{z}_1 \mathfrak{f}_1^{\,k}$$

$$+ \left(\left| \frac{1}{\sqrt[r]{i + ah}} \right| \right)^k (\mathfrak{z}_1 - a) - \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathfrak{z}_{\sigma+1} \left[(\mathfrak{f}_1 - \sigma)^k - (\mathfrak{f}_1 - \sigma + 1)^k \right] \quad (70)$$

b) $f(u) = u^m$, $m > 1$; $\gamma(u) = u^k$,

$$\mathfrak{x}(u) = \frac{1}{m+1} \mathbf{B}_{m+1}(u);$$

$$(m+1)\sum_{\nu=a}^{b}\nu^m\left(\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i+h\nu}}\right|\right)^k \mathbf{B}_{m+1}(b+1)\,(\mathfrak{k}_1-n+2)^k$$

$$-\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)\mathfrak{k}_1{}^k+\left(\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i+ha}}\right|\right)^k[\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)-\mathbf{B}_{m+1}(a)]$$

$$-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})\,[(\mathfrak{k}_1-\sigma)^k-(\mathfrak{k}_1-\sigma+1)^k]\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(71)$$

c) $\mathfrak{x}(u)=|mu+n|,\quad 0<m\leqq 1,\quad \gamma(u)=\mathfrak{A}(u)$

(Anzahl der u nicht übertreffenden Primzahlen).

Hier ist

$$f(u)=\mathfrak{x}(u+1)-\mathfrak{x}(u)=|m\overline{u+1}+n|-|mu+n|=$$

$=1$ oder $=0$, jenachdem $u+1=z_w$, d. i. gleich einem Gliede der der Function $\mathfrak{x}(u)$ entsprechenden z-Folge ist oder nicht, wobei vorausgesetzt wird, dass die Grenzen α, β von u, innerhalb welchen $\mathfrak{x}(u)$ den beiden Bedingungen gehorcht, so beschaffen sind, dass

$$\alpha\leqq a\,,\;\beta\geqq b$$

ist. Nach Einführung der neuen Stellen-Variabelen $z_\varkappa$ in der links stehenden Summe **L** in (5) mittels

$$\nu+1=z_\varkappa\,,\quad z_\varkappa=\left\|\frac{\varkappa+|n|-n}{m}\right\|\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(21')$$

finden sich als neue Summengrenzen τ_1, τ_2, wo die untere Grenze τ_1 das kleinste $z\geqq a$ und die obere τ_2 das grösste $z\leqq b$ bedeutet.

In **R** ist

$$\mathfrak{A}(\mathfrak{k}_1-\sigma+1)-\mathfrak{A}(\mathfrak{k}_1-\sigma)=1\text{ oder }=o,$$

jenachdem $\mathfrak{k}_1-\sigma+1$ eine Primzahl p_ε ist oder nicht. Unter Einführung der neuen Stellen-Variabelen

$$p_\varepsilon=\mathfrak{k}_1-\sigma+1$$

findet sich als untere Grenze π_1 die kleinste Primzahl $\leq \mathfrak{f}_1$ und als obere π_2 die grösste Primzahl $\leq \mathfrak{f}_1 - n + 3$ $(= \mathfrak{f}(b) + 1)$, wonach

$$\sum_{z_\varkappa = \tau_1}^{\tau_2} \mathfrak{A} \left| \frac{1}{\sqrt[r]{h(z_\varkappa - 1) + i}} \right| = |(b+1)m + n| \, \mathfrak{A}\left(\left\| \frac{1}{\sqrt[r]{i + bh}} \right\| \right)$$

$$- |m\mathfrak{z}_1 + n| \, \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1) + \mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a)] \, [|m\mathfrak{z}_1 + n| - |ma + n|]$$

$$+ \sum_{\pi_1}^{\pi_2} |m\mathfrak{z}_v + n| \quad \ldots\ldots\ldots (72)$$

$$v = \mathfrak{f}_1 - p_\varepsilon + 2$$

δ) $\mathfrak{x}(u) = \left| \sqrt[k]{u + j} \right|, \; \mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u).$

Es ist

$f(v) = \left| \sqrt[k]{v + j + 1} \right| - \left| \sqrt[k]{v + j} \right| = 1$ oder $= 0$, jenachdem $v + j + 1$ eine k^{te} Potenz τ^k ist oder nicht. Wird daher

$$v + j + 1 = \tau^k$$

gesetzt, so entstehen die neuen Grenzen

$$w_1 = \left\| \sqrt[k]{a + j + 1} \right\|, \; w_2 = \left\| \sqrt[k]{b + j + 1} \right\|.$$

Bezüglich der Summe rechter Hand siehe Punkt 3.

Die Formel (5) liefert

$$\sum_{w_1}^{w_2} \mathfrak{A} \left| \frac{1}{\sqrt[r]{h\tau^k - l}} \right| = \left| \sqrt[k]{b + j + 1} \right| \mathfrak{A}\left(\left| \frac{1}{\sqrt[k]{i + bh}} \right| \right) - \left| \sqrt[k]{\mathfrak{z}_1 + j} \right| \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1)$$

$$+ \mathfrak{A}\left(\left| \frac{1}{\sqrt[r]{ha + i}} \right| \right) \left[\left| \sqrt[k]{\mathfrak{z}_1 + j} \right| - \sqrt[k]{j + a} \right] - \sum_{p_\varepsilon = \pi_1}^{\pi_2} \left| \sqrt[k]{\mathfrak{z}_{\mathfrak{f}_1 + 2 - p_\varepsilon} + j} \right| \quad ..(73)$$

$l = h(j + 1) - i$; $\mathfrak{z}_v$ und $\mathfrak{z}_1$ ist gegeben durch (68), (68′).

e) $\xi(t) = \eta(t) = \mathfrak{f}(t),\ i, h < 1$;

Die Formel (50) anwendend, ist zunächst für $\nu + 1 = \mathfrak{z}_\tau$; s (68)

$$\tau = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(\nu + 1)$$

$$\xi(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1) = \mathfrak{f}(\tau) - 1 = \mathfrak{f}_1 - \tau = \eta(\mathfrak{z}_\tau^{(\xi)} - 1),$$

$$\tau_1 = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(a + 1),\quad \tau_2 = \mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(b + 1),$$

somit

$$\begin{aligned}
&2^r \{\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b + 1)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a + 1)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(1) + 1]\} \\
&+ \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(b)] - \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(1) + 2] = - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b + 1) - \mathfrak{f}(b) + \mathfrak{f}_1 + 1] \\
&+ \mathbf{B}_{r+1}(2\mathfrak{f}_1) - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a) + \mathfrak{f}_1] + \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)]. \quad \ldots\ldots\ldots (74)
\end{aligned}$$

$$r > 1$$

8. $$\mathfrak{f}(x) = \left|\frac{1}{\sqrt[r]{i - hx}}\right|$$

$$i, h \leqq 1,\quad i > hx.$$

Aus $i - hx = 1$ findet sich der obere Grenzwert von x, nämlich

$$x_0 = \left|\frac{i - 1}{h}\right|,$$

während der untere $x_u = 0$ ist.

Die Funktion nimmt bei wachsendem x zu, somit

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} + 1,$$

folglich

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_1 + \nu - 1.$$

Einem bestimmten $\mathfrak{f}_\nu$ entsprechen zwischen den Grenzen $x = a, b$, wenn die Eingangs aufgestellten Bedingungen erfüllt sein sollen, m i n d e s t e n s z w e i g a n z z a h l i g e W u r z e l n x der Gleichung

$$\mathfrak{f}_\nu = \frac{1}{\sqrt[r]{i - hx}} - \varrho,\quad 0 \leqq \varrho < 1,$$

und zwar ist

$$x = \frac{i}{h} - \frac{1}{h(\mathfrak{k}_\nu + \varrho)^r}.$$

Da dem kleinsten Reste $\varrho_{\min}$ das kleinste $x_{\min} = \mathfrak{z}_\nu$ entspricht, so ergiebt der rechtsseitige Ausdruck, sobald er für $\varrho = 0$ eine ganze Zahl ist, unmittelbar $\mathfrak{z}_\nu$, andernfalls ist die nächst grössere ganze Zahl das gesuchte $\mathfrak{z}_\nu$, mithin ist

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{h(\mathfrak{k}_1 + \nu - 1)^r} \right\| \quad \ldots\ldots (76)$$

und

$$\mathfrak{z}_1 = \left\| \frac{i}{h} - \frac{1}{h\mathfrak{k}_1{}^r} \right\|. \quad \ldots\ldots (76')$$

Ferner ergiebt sich aus (76)

$$\mathfrak{k}_{n-1} = \mathfrak{k}_1 + n - 2 = \left| \frac{1}{\sqrt[r]{i - bh}} \right|,$$

woraus

$$n - 2 = \mathfrak{k}_1 - \left| \frac{1}{\sqrt[r]{i - bh}} \right|. \quad \ldots\ldots (77)$$

Beispiel

$$\mathfrak{k}(x) = \left| \frac{1}{\sqrt[r]{0{,}9 - 0{,}1\,x}} \right|, \quad a = 1, \quad b = 7,$$

$x =$	0	1	2	3	4	5	6	$\overset{\mathfrak{z}_1}{7}$	$\overset{\mathfrak{z}_2}{8}$	9
$\mathfrak{k} =$	1	1	1	1	1	1	$\underset{\mathfrak{k}_0}{1}$	$\underset{\mathfrak{k}_1}{2}$	$\underset{\mathfrak{k}_2}{3}$	∞

Die zwei Grundbedingungen sind hier erfüllt von $x = 0$ bis $x = 7$.

Besondere Fälle.

a) $\mathfrak{x}(u) = u, \quad f(u) = 1, \quad \mathfrak{y}(u) = u^k.$

$$\sum_{\nu=a}^{b} \left| \frac{1}{\sqrt[r]{i - h\nu}} \right|^k = (b+1)\,[\mathfrak{k}(b)]^k - \mathfrak{z}_1 \mathfrak{k}_1^k + [\mathfrak{k}(a)]^k (\mathfrak{z}_1 - a)$$

$$-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathfrak{z}_{\sigma+1}[(\mathfrak{f}_1+\sigma)^k-(\mathfrak{f}_1+\sigma-1)^k]\,. \quad . \quad . \quad . \quad . \; (78)$$

b) $f(u)=u^m\,,\ \mathfrak{x}(u)=\frac{1}{m+1}\mathbf{B}_{m+1}(u+1)\,,\ \mathfrak{y}(u)=u^k\,,$

$$m>1\,,\ (m+1)\sum_{\nu=a}^{b}\nu^m\left(\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i-h\nu}}\right|\right)^k=\mathbf{B}_{m+1}(b+1)[\mathfrak{f}(b)]^k$$

$$-\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)\mathfrak{f}_1^k+[\mathfrak{f}(a)]^k\,[\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)-\mathbf{B}_{m+1}(a)]$$

$$-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})[(\mathfrak{f}_1+\sigma)^k-(\mathfrak{f}_1+\sigma-1)^k]\,. \quad . \quad . \quad . \; (79)$$

c) $\mathfrak{x}(u)=\mathfrak{A}(u)\,,\ \mathfrak{y}(u)=u.$

$$\sum_{\tilde{\omega}_1}^{\tilde{\omega}_2}\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i-h(p_\omega-1)}}\right|=\mathfrak{A}(b+1)\mathfrak{f}(b)-\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)\mathfrak{f}_1$$

$$+\mathfrak{f}(a)[\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)-\mathfrak{A}(a)]-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})\,, \quad . \quad . \quad . \quad . \; (80)$$

wo die **untere** Grenze $\tilde{\omega}_1$ die **kleinste** Primzahl $\geq a$ und die **obere** Grenze $\tilde{\omega}_2$ die **grösste** Primzahl $\leq b$ bedeutet.

d) $\mathfrak{x}(u)=|\sqrt[k]{u+j}|\ j<2^r-1\,,\ \mathfrak{y}(u)=\mathfrak{A}(u)\,.$

$$\sum_{\tau=w_1}^{w_2}\mathfrak{A}\left(\left|\frac{1}{\sqrt[r]{i_1-h\tau^k}}\right|\right)=|\sqrt[k]{b+j+1}\,|\,\mathfrak{A}[\mathfrak{f}(b)]-|\sqrt[k]{\mathfrak{z}_1+j}\,|\,\mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1)$$

$$+\mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a)][\,|\sqrt[k]{\mathfrak{z}_1+j}\,|-|\sqrt[k]{j+a}\,|\,]$$

$$-\sum_{p_\omega=\pi_1}^{\pi_2}\left|\sqrt[k]{j+1+\left|\frac{i}{h}-\frac{1}{hp_\omega}\right|}\right|. \quad . \quad . \quad . \quad . \; (81)$$

Grenzen $w_1\,,\ w_2$ und $\pi_1\,,\ \pi_2$ wie in (73).

e) $\xi(t)=\eta(t)=\mathfrak{f}(t)$; zufolge (50) ist

$$2^r\{\mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)]-\mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a+1)-1)-\mathsf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}_1-\mathfrak{f}(b)]+\mathsf{B}_{r+1}(\mathfrak{f}_1)\}$$
$$+\mathsf{B}_{r+1}[4\mathfrak{f}_1-2\mathfrak{f}(b)]=\mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)+\mathfrak{f}(b)]+\mathsf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}_1+\mathfrak{f}(a)]$$
$$-\mathsf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)],\ r>1. \qquad (82)$$

9. $$\mathfrak{f}(x)=\left|\sqrt{\frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}}\right|,\ \alpha>\gamma,\ \beta>\delta.$$

Die Werte von $\mathfrak{f}(x)$ liegen zwischen $|\sqrt{\beta:\delta}|$ (für $x=0$) und $|\sqrt{\alpha:\gamma}|$ (für $x=\infty$)

Beispiel

$$\mathfrak{f}(x)=\left|\sqrt{\frac{102\,x+97}{4\,x+85}}\right|,\quad \begin{matrix} x=0, & \mathfrak{f}_{\min}=1 \\ x=\infty, & \mathfrak{f}_{\max}=5 \end{matrix}$$

	a			$\mathfrak{z}_1$			$\mathfrak{z}_2$			$\mathfrak{z}_3$		$\mathfrak{z}_4$
$x=$	0,	1,	2,	3	....	10,	11,	....	33,	34,	....	∞
$\mathfrak{f}=$	1,	1,	1,	2	....	2,	3,	....	3,	4,	....	5
	$\mathfrak{f}(0)$			$\mathfrak{f}_1$			$\mathfrak{f}_2$			$\mathfrak{f}_3$		$\mathfrak{f}_4$

Beide Bedingungen sind hier zwischen $x=0$ und $x=\infty$ erfüllt.

Zunächst ist

$$\mathfrak{f}_\nu=\mathfrak{f}_{\nu-1}+1,$$

woraus

$$\mathfrak{f}_\nu=\mathfrak{f}_1+\nu-1 \qquad (83)$$

hervorgeht.

Einem bestimmten

$$\mathfrak{f}_\nu=\sqrt{\frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}}-\varrho,\quad 0\leqq\varrho<1$$

entsprechen zwei oder mehrere ganze

$$x=\frac{\delta(\mathfrak{f}_\nu+\varrho)^2-\beta}{\alpha-\gamma(\mathfrak{f}_\nu+\varrho)^2},$$

deren kleinstes $x_{\min}=\mathfrak{z}_\nu$ dem kleinsten Reste $\varrho_{\min}$ zugeordnet ist. Wenn nun dieser Bruch für $\varrho=0$ eine ganze Zahl ist, so stellt dieselbe $\mathfrak{z}_\nu$ vor; ist dies nicht der Fall, so ergiebt die nächst grössere ganze Zahl das gesuchte $\mathfrak{z}_\nu$, d. h. es ist

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{\delta \mathfrak{f}_\nu^2 - \beta}{\alpha - \gamma \mathfrak{f}_\nu^2} \right\|,$$

und mit Rücksicht auf (83)

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{\delta(\mathfrak{f}_1 + \nu - 1)^2 - \beta}{\alpha - \gamma(\mathfrak{f}_1 + \nu - 1)^2} \right\| \quad \ldots \ldots \quad (84)$$

und

$$\mathfrak{z}_1 = \left\| \frac{\delta \mathfrak{f}_1^2 - \beta}{\alpha - \gamma \mathfrak{f}_1^2} \right\|. \quad \ldots \ldots \ldots \quad (84')$$

Aus

$$\mathfrak{f}_{\nu-1} = \left| \sqrt{\frac{\alpha \mathfrak{z}_{\nu-1} + \beta}{\gamma \mathfrak{z}_{\nu-1} + \delta}} \right| = \left| \sqrt{\frac{\alpha b + \beta}{\gamma b + \delta}} \right| = \mathfrak{f}(b)$$
$$= \mathfrak{f}_1 + n - 2$$

folgt schliesslich

$$n - 2 = \mathfrak{f}(b) - \mathfrak{f}_1 . \quad \ldots \ldots \ldots \quad (85)$$

Besondere Fälle.

a) $\mathfrak{x}(u) = u$, $\mathfrak{f}(u) = 1$, $\gamma(u) = a^{k}$.

$$\sum_a^b \left| \left(\sqrt{\frac{\alpha \nu + \beta}{\gamma \nu + \delta}} \right| \right)^k = (b+1)\,[\mathfrak{f}(b)]^k - \mathfrak{z}_1\, \mathfrak{f}_1^k + [\mathfrak{f}(a)]^k\,(\mathfrak{z}_1 - a)$$
$$- \sum_{\sigma=1}^{\eta-2} \mathfrak{z}_{\sigma+1}\,[(\mathfrak{f}_1 + \sigma)^k - (\mathfrak{f}_1 + \sigma - 1)^k]\,, \quad \ldots \ldots \quad (86)$$

b) $\mathfrak{f}(u) = u^m$, $\mathfrak{x}(u) = \frac{1}{m+1} \mathbf{B}_{m+1}(u)$, $m > 1$,

$$(m+1) \sum_{\nu=a}^{b} \nu^m \left(\left| \sqrt{\frac{\alpha \nu + \beta}{\gamma \nu + \delta}} \right| \right)^k = \mathbf{B}_{m+1}(b+1)\,[\mathfrak{f}(b)]^k$$
$$- \mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)\, \mathfrak{f}_1^k + [\mathfrak{f}(a)]^k\,[\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1) - \mathbf{B}_{m+1}(a)]$$
$$- \sum_{\sigma=1}^{n-2} \mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})[(\mathfrak{f}_1 + \sigma)^k - (\mathfrak{f}_1 + \sigma - 1)^k] \,. \quad \ldots \quad (87)$$

$\mathfrak{c}$) $\mathfrak{f}(u) = \binom{u}{r-1}$, $\mathfrak{x}(u) = \binom{u}{r}$, $\mathfrak{y}(u) = \mathfrak{A}(u)$.

Die unter dem Summenzeichen von **R** stehende Differenz

$$\mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1 + \sigma) - \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1 + \sigma - 1)$$

ist $= 1$ oder $= 0$, jenachdem

$$\mathfrak{f}_1 + \sigma = \text{einer Primzahl } p_\eta$$

ist oder nicht. — Nach Einführung der neuen Stellen-Variabelen p_η durch

$$\sigma = p_\eta - \mathfrak{f}_1$$

ergiebt sich als u n t e r e Grenze χ_1 die k l e i n s t e Primzahl $\leqq 1 + \mathfrak{f}_1$ und als o b e r e χ_2 die g r ö s s t e Primzahl $\leqq \mathfrak{f}(b)$; demnach ist

$$\sum_{\nu=a}^{b} \binom{\nu}{r-1} \mathfrak{A}\left(\left|\sqrt{\frac{\alpha\nu+\beta}{\gamma\nu+\delta}}\right|\right) = \binom{b+1}{r} \mathfrak{A}[\mathfrak{f}(b)] - \binom{\mathfrak{z}_1}{r} \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_1)$$

$$+ \mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a)]\left[\binom{\mathfrak{z}_1}{r} - \binom{a}{r}\right] - \sum_{p_\eta=\chi_1}^{\chi_2} \mathfrak{z}_{p_\eta - \mathfrak{f}_1 + 1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (88)$$

$\mathfrak{d}$) zufolge (50) ist, wenn $\xi(t) = \eta(t) = \mathfrak{f}(t)$ angenommen wird:

$$2^r \{\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a+1) - 1] - \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)]\} + \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(b)]$$

$$= \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1) + \mathfrak{f}(b)] - \mathbf{B}_{r+1}(2\mathfrak{f}_1) + \mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a) + \mathfrak{f}_1]$$

$$- \mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)],$$

$$r > 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (89)$$

10. $\mathfrak{f}(x) = |\sqrt{\alpha x^2 + 2\beta x + \gamma}|$, $\alpha < 1$, $\beta < 1$.

Da $\mathfrak{f}(x)$ mit wachsendem x zunimmt, so ist

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} + 1,$$

mithin

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_1 + \nu - 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (90)$$

wo $\mathfrak{f}_1 = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_1)$ und $\mathfrak{z}_1$ wieder das kleinste, nicht unter a liegende Glied der $\mathfrak{z}$-Folge ist.

Einem gewissen

$$\mathfrak{f}_\nu = \sqrt{\alpha x^2 + 2\beta x + \gamma} - \varrho,\ 0 \leqq \varrho < 1$$

entsprechen zwei oder mehrere ganze positive

$$x = -\frac{\beta}{\alpha} + \sqrt{\frac{\beta^2}{\alpha^2} - \frac{1}{\alpha}[\gamma - (\mathfrak{f}_\nu + \varrho)^2]},$$

deren kleinstes $x_{\min} = \mathfrak{z}_\nu$ dem kleinsten Reste $\varrho_{\min}$ zugeordnet ist. Ist der rechtseitige Ausdruck für $\varrho = 0$, eine ganze Zahl, so ist diese $= \mathfrak{z}_\nu$; andernfalls ergiebt die nächst grössere ganze Zahl das gesuchte $\mathfrak{z}_\nu$, folglich ist

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{-\beta + \sqrt{\alpha \mathfrak{f}_\nu^2 + \beta^2 - \alpha\gamma}}{\alpha} \right\|$$

und mit Beachtung von (90)

$$\mathfrak{z}_\nu = \left\| \frac{-\beta + \sqrt{\alpha \nu^2 + 2\alpha(\mathfrak{f}_1 - 1)\nu + \alpha(\mathfrak{f}_1 - 1)^2 + \beta^2 - \alpha\gamma}}{\alpha} \right\|, \quad (91)$$

$$\mathfrak{z}_1 = \left\| \frac{-\beta + \sqrt{\alpha \mathfrak{f}_1^2 + \beta^2 - \alpha\gamma}}{\alpha} \right\|. \quad (91')$$

Aus

$$\mathfrak{f}_{n-1} = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_{\nu-1}) = \mathfrak{f}(b) = \mathfrak{f}_1 + n - 2$$

folgt schliesslich

$$n - 2 = \mathfrak{f}(b) - \mathfrak{f}_1 . \quad (92)$$

Beispiel

$$\mathfrak{f}(x) = \left|\sqrt{0{,}4x^2 + 2 \times 0{,}9\,x + 3}\right|,\ a = 0,\ b = 16.$$

		$\mathfrak{z}_1$		$\mathfrak{z}_2$	$\mathfrak{z}_3$		$\mathfrak{z}_4$	$\mathfrak{z}_5$		$\mathfrak{z}_6$		$\mathfrak{z}_7$	$\mathfrak{z}_8$		$\mathfrak{z}_9$		$\mathfrak{z}_{10}$	
$x =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	....
$\mathfrak{f} =$	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10	11	....
		$\mathfrak{f}_1$																

Die beiden Bedingungen sind für beliebige a und b erfüllt.

Besondere Fälle

a) $\mathfrak{r}(u) = u,\ f(u) = 1,\ \mathfrak{v}(u) = u^k.$

$$\sum_{\nu=a}^{b}(|\sqrt{\alpha\nu^2+2\beta\nu+\gamma}|)^k=(b+1)[\mathfrak{f}(b)]^k-\mathfrak{z}_1\mathfrak{f}_1^k$$

$$+[\mathfrak{f}(a)]^k(\mathfrak{z}_1-a)-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathfrak{z}_{\sigma+1}[(\mathfrak{f}_{1+\sigma})^k-(\mathfrak{f}_{1+\sigma-1})^k]\ldots\quad(93)$$

b) $f(u)=u^m$, $\mathfrak{x}(u)=\frac{1}{m+1}\mathbf{B}_{m+1}(u)$, $m>1$ $\mathfrak{y}(u)=u^k$.

$$(m+1)\sum_{\nu=a}^{b}\nu^m(|\sqrt{\alpha\nu^2+2\beta\nu+\gamma}|)^k=\mathbf{B}_{m+1}(b+1)\mathfrak{f}(b)$$

$$-\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)\mathfrak{f}_1^k+[\mathfrak{f}(a)]^k[\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_1)-\mathbf{B}_{m+1}(a)]$$

$$-\sum_{\sigma=1}^{n-2}\mathbf{B}_{m+1}(\mathfrak{z}_{\sigma+1})[(\mathfrak{f}_1+\sigma)^k-(\mathfrak{f}_1+\sigma-1)^k]\ldots\quad(94)$$

c) $\mathfrak{x}(u)=\mathfrak{A}(u)$, $\mathfrak{y}(u)=u$,

$$\sum_{p_\omega=\tilde{\omega}_1}^{\tilde{\omega}_2}|\sqrt{\alpha p_\omega^2+2\beta p_\omega+\gamma}|=\mathfrak{A}(b+1)\mathfrak{f}(b)$$

$$-\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)\mathfrak{f}_1+\mathfrak{f}(a)[\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_1)-\mathfrak{A}(a)]-\sum_{\sigma=2}^{n-1}\mathfrak{A}(\mathfrak{z}_\sigma)\ldots\quad(95)$$

Grenzen $\tilde{\omega}_1$; $\tilde{\omega}_2$ wie in (80).

d) $\xi(t)=\eta(t)=\mathfrak{f}(t)$; zufolge (50):

$$2^r\{\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1))-\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a+1)-1]-\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b)]$$

$$+\mathbf{B}_{r+1}(\mathfrak{f}_1)\}+\mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(b)]=\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(b+1)+\mathfrak{f}(b)]$$

$$+\mathbf{B}_{r+1}[\mathfrak{f}(a)+\mathfrak{f}_1]-\mathbf{B}_{r+1}[2\mathfrak{f}(a)],\ldots\quad(96)$$

$$r>1.$$

11. $$\mathfrak{f}(x)=|\sqrt[r]{p_x}|,$$

$p_x=x^{te}$ Primzahl, r ganz und positiv.

Da zwischen zwei aufeinanderfolgenden Quadraten stets mindestens zwei Primzahlen liegen, so folgt,

dass $|\sqrt{p_x}|$ und umsomehr $|\sqrt[r]{p_x}|$ den beiden Bedingungen genügt, und zwar ist

$$|\sqrt[r]{p_{x+1}}| - |\sqrt[r]{p_x}| = 1 \text{ oder} = 0 \quad (\mathfrak{z})$$

jenachdem p_{x+1} eine unmittelbar auf eine r^{te} Potenz folgende Primzahl ist oder nicht.

Aus

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_{\nu-1} + 1$$

folgt

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}_1 + \nu - 1,$$

und da

$$\mathfrak{f}_1 = \mathfrak{f}(a) + 1,$$

so ist

$$\mathfrak{f}_\nu = \mathfrak{f}(a) + \nu \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (97)$$

Zur Bestimmung von $\mathfrak{z}_1$ dient die Bemerkung, dass die auf p_a folgende nächste r^{te} Potenz

$$P = [|\sqrt[r]{p_a}| + 1]^r$$

ist. Um die Primzahl zu ermitteln, die unmittelbar auf P folgt, ist die Anzahl der Primzahlen $< P$ zu bestimmen; diese ist $= \mathfrak{A}(P)$, somit hat die gefragte Primzahl den Index $\mathfrak{A}(P) + 1$, demnach ist

$$\mathfrak{z}_1 = \mathfrak{A}(P) + 1$$

oder

$$\mathfrak{z}_1 = \mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a) + 1]^r + 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (98)$$

Ferner ist $\mathfrak{A}(\mathfrak{f}_\nu^r)$ der Zeiger jener Primzahl, die unmittelbar vor $\mathfrak{f}_\nu^r$ liegt, mithin

$$\mathfrak{z}_\nu = \mathfrak{A}(\mathfrak{f}_\nu^r) + 1 = \mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a) + \nu]^r + 1 \quad \ldots \quad (99)$$

Speciell für $a = o$ ist $\mathfrak{f}_1 = 1, \mathfrak{f}_\nu = \nu, \ \mathfrak{z}_\nu = \mathfrak{A}(\nu^r) + 1$. (100)

Endlich ist

$$\mathfrak{f}_{n-1} = \mathfrak{f}(\mathfrak{z}_{k-1}) = \mathfrak{f}(b),$$

zufolge (97) aber auch

$$= \mathfrak{f}_1 + \eta - 2 = \mathfrak{f}(a) + \eta - 1,$$

somit

$$n-1=\mathfrak{f}(b)-\mathfrak{f}(a) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (101)$$

Beispiel 1.

$$\mathfrak{f}(x)=|\sqrt{p_x}|,\ a>o$$

	a	$\mathfrak{z}_1$			$\mathfrak{z}_2$
$x=$	16,	17,	18,	19,	20,
$p_x=$	47,	53,	59,	61,	67,
$\mathfrak{f}_x=$	6,	7,	7,	7,	8,

Beispiel 2

$$\mathfrak{f}(x)=|\sqrt{p_x}|,\ a=0;$$

	a	$\mathfrak{z}_1$			$\mathfrak{z}_2$		$\mathfrak{z}_3$		$\mathfrak{z}_4$			$\mathfrak{z}_5$		$\mathfrak{z}_6$				$\mathfrak{z}_7$	
$x=$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...
p_x	0	1	2	3	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43	47	53	...
$\mathfrak{f}(x)$	0	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6	7	...

Besondere Fälle

a) $\mathfrak{x}(u)=u,\ \mathfrak{f}(u)=1,\ \mathfrak{y}(u)=u,\ a=0,\ b$ beliebig;

$$\sum_{\nu=1}^{b}\left|\sqrt[r]{p_\nu}\right|=(b+1)(n-1)-\sum_{\sigma=1}^{\mathfrak{f}(b)-1}\mathfrak{A}\left(\overline{\sigma+1}^{\,r}\right)-\frac{1}{2}\mathfrak{f}(b)\,[\mathfrak{f}(b)-1]$$

$$\mathfrak{f}(b)=\left|\sqrt[r]{p_b}\right|,$$

oder, wenn $\sigma+1=\tau$ und $n-1=\mathfrak{f}(b)$ (S. 99) gesetzt wird:

$$\sum_{\nu=1}^{b}\left|\sqrt[r]{p_\nu}\right|+\sum_{\tau=2}^{\mathfrak{f}(b)}\mathfrak{A}(\tau^r)=-\frac{1}{2}[\mathfrak{f}(b)]^2+\left(b+\frac{3}{2}\right)\mathfrak{f}(b)-1. \quad (102)$$

b) $f(u)=u^m,\ m>1;\ \gamma(u)=u^k,\ \mathfrak{x}(u)=\frac{1}{m+1}\mathbf{B}_{m+1}(u), a=0;$

$$(m+1)\sum_{\nu=1}^{b}\nu^m\left(\left|\sqrt[r]{p_\nu}\right|\right)^k=\mathbf{B}_{m+1}(b+1)\,[\mathfrak{f}(b)]^k$$

$$-\sum_{\nu=2}^{\mathfrak{f}(b)}\mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{A}(\tau^r)+1]\,[\tau^k-(\tau-1)^k] \quad \ldots \quad (103)$$

c) $\mathfrak{x}(u) = \binom{u}{i}, i > 1, f(u) = \binom{u}{i-1}, \gamma(u) = u, a = 0;$

$$\sum_{\tau=1}^{b} \binom{\nu}{i-1} \left|\sqrt[r]{p_\nu}\right| = \binom{b+1}{i} \mathfrak{f}(b) - \sum_{\nu=1}^{\mathfrak{f}(b)} \binom{\mathfrak{A}(\nu^r)+1}{i}. \qquad (104)$$

d) $\mathfrak{x}(u) = \sin u \frac{\pi}{m}, \quad \mathfrak{f}(u) = 2 \sin \frac{\pi}{2m} \cos\left(u + \frac{1}{2}\right) \cos \frac{\pi}{m},$

$$\gamma(u) = u^r.$$

$$2 \sin \frac{\pi}{2m} \sum_{\nu=a}^{b} \cos\left(\nu + \frac{1}{2}\right) \frac{\pi}{m} \left(\left|\sqrt[r]{p_\nu}\right)^r = [\mathfrak{f}(b)]^r \sin (b+1) \frac{\pi}{m}\right.$$

$$- \sin \frac{\pi}{m} - 2 \sin (a-1) \sin \frac{\pi}{2m} \cos (a+1) \cos \frac{\pi}{2m} [\mathfrak{f}(a)]^r$$

$$- \sin \frac{\pi}{m} \sum_{\tau=2}^{\mathfrak{f}(b)} (\tau^r - \overline{\tau - 1}|^r) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (105)$$

e) $\xi(t) = \eta(t) = \mathfrak{f}(t).$

Die Grenzen τ_1, τ_2 der ersten Summe in (50) ergeben sich aus ($\mathfrak{z}$), wonach ν die Form $\mathfrak{A}(q^r)$ haben muss; τ_1, τ_2 müssen daher den Bedingungen

$$a + 1 > \mathfrak{A}(\tau_1^r) \geqq a, \; b \geqq \mathfrak{A}(\tau_2^r) > b - 1$$

genügen. Man findet, m für r setzend:

$$2^m \{\mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{f}(a) + \tau_2 + 1] - \mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{f}(a) + \tau_1] - \mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{f}(a) + 3]$$

$$- \mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{f}(b) + 1]\} + \mathbf{B}_{m+1}[2\mathfrak{f}(a) + 6] + \mathbf{B}_{m+1}[2\mathfrak{f}(b) + 2]$$

$$= \mathbf{B}_{m+1}[\mathfrak{f}(b+1) + \mathfrak{f}(b) - \mathfrak{f}(a)] - \mathbf{B}_{m+1}[2\mathfrak{f}(a) + 2] +$$

$$+ \mathbf{B}_{m+1}[2\mathfrak{f}(a) + 1] - \mathbf{B}_{m+1}[2\mathfrak{f}(a)], \; m > 1 \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (106)$$

In der folgenden Zusammenstellung sind die den bisher untersuchten eilf Functionen entsprechenden Grössen $\mathfrak{f}_\nu$, $\mathfrak{z}_\nu$, $n-1$ eingetragen, die bei Anwendungen der Formeln (5) und 50) erforderlich sind.

	$\mathfrak{f}(x) =$	$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu) = \mathfrak{f}_\nu$	$\mathfrak{z}_\nu$	$n-1$
1.	$\lvert hx+i \rvert$ $0 < h \leqq 1$	$\nu + \lvert i \rvert$	$\left\lVert \frac{\nu + \lvert i \rvert - i}{h} \right\rVert$	$\mathfrak{f}(b) - \lvert i \rvert$
2.	$\lvert i - hx \rvert$ $0 < h \leqq 1$ $i > hx$	$\lvert i \rvert - \nu$	$1 + \left\lvert \frac{\nu + i - \lvert i \rvert - 1}{h} \right\rvert$	$\lvert i \rvert - \mathfrak{f}(b)$
3.	$\left\lvert \frac{1}{hx+i} \right\rvert$	$\left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert - \nu$	$1 + \left\lvert \frac{1}{h\left(\left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert - \nu + 1\right)} - \frac{i}{h} \right\rvert$	$\left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert - \mathfrak{f}(b)$
4.	$\left\lvert \frac{1}{i - hx} \right\rvert$ $i, h < 1, \; i > hx$	$\left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert + \nu$	$\left\lVert \frac{i}{h} - \frac{1}{h\left(\left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert + \nu\right)} \right\rVert$	$\mathfrak{f}(b) - \left\lvert \frac{1}{i} \right\rvert$
5.	$\left\lvert \sqrt[r]{i + hx} \right\rvert$ $i > 0, \; hx \geqq i$	$\mathfrak{f}_1 + \nu - 1$	$\left\lVert \frac{(\mathfrak{f}_1 + \nu - 1)^r - 1}{h} \right\rVert$	$1 - \mathfrak{f}_1 + \mathfrak{f}(b)$
6.	$\left\lvert \sqrt[r]{i - hx} \right\rvert$ $i > 0, \; i > hx$	$\left\lvert \sqrt[r]{i} \right\rvert - \nu$	$1 + \left\lvert \frac{i - (\lvert \sqrt[r]{i} \rvert - \nu + 1)^r}{h} \right\rvert$	$\left\lvert \sqrt[r]{i} \right\rvert - \mathfrak{f}(b)$

	$\mathfrak{f}(x) =$	$\mathfrak{f}(\mathfrak{z}_\nu) = \mathfrak{f}_\nu$	$\mathfrak{z}_\nu$	$n-1$
7.	$\left\lvert \frac{1}{\sqrt[r]{i+hx}} \right\rvert$	$\mathfrak{f}_1 + 1 - \nu$	$1 + \left\lvert \frac{1}{h(\mathfrak{f}_1 + 2 - \nu)^r} - \frac{i}{h} \right\rvert$	$1 + \mathfrak{f}_1 - \mathfrak{f}(b)$
8.	$\left\lvert \frac{1}{\sqrt[r]{i-hx}} \right\rvert$ $i, h \leqq 1,\; i > hx$	$\mathfrak{f}_1 + \nu - 1$	$\left\lVert \frac{i}{h} - \frac{1}{h(\mathfrak{f}_1 + \nu - 1)^r} \right\rVert$	$\mathfrak{f}_1 + 1 - \mathfrak{f}(b)$
9.	$\left\lvert \sqrt{\frac{\alpha x + \beta}{\gamma x + \delta}} \right\rvert$ $\alpha > \gamma,\; \beta > \delta$	$\mathfrak{f}_1 + \nu - 1$	$\left\lVert \frac{\delta \mathfrak{f}_\nu^2 - \beta}{\alpha - \gamma \mathfrak{f}_\nu^2} \right\rVert$	$1 - \mathfrak{f}_1 + \mathfrak{f}(b)$
10.	$\left\lvert \sqrt{\alpha x^2 + 2\beta x + \gamma} \right\rvert$	$\mathfrak{f}_1 + \nu - 1$	$\left\lVert -\frac{\beta}{\alpha} + \frac{1}{\alpha}\sqrt{\alpha\nu^2 + 2\alpha'\nu + \alpha''} \right\rVert$ $\alpha' = (\alpha\mathfrak{f}_1 - 1),\; \alpha'' = \alpha(\mathfrak{f}_1 - 1)^2 + \beta^2 - \alpha\gamma$	$1 - \mathfrak{f}_1 + \mathfrak{f}(b)$
11.	$\left\lvert \sqrt[r]{p_x} \right\rvert$	$\mathfrak{f}_1 + \nu - 1$	$\mathfrak{A}[\mathfrak{f}(a) + \nu]^r + 1$	$\mathfrak{f}(b) - \mathfrak{f}(a)$

Klagenfurt, 18. Juni 1916.

FRANZ ROGEL,
C. M.

Die im J. 1916 in den Sitzungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse gehaltenen Vorträge.

28. Jänner. Dr. J. Daneš: Karststudien in Australien (Sitzungsberichte d. Kgl. böhm. Ges. d. Wissensch. 1916).

Dr. K. Kavina: Morphologische Variationsstudien an keimenden Bohnen (böhmisch, Sitzgsber. 1916).

25. Feber. Dr. J. Procházka: Stratiotes Websteri Heer und andere Gewächse aus terciären Klinecer Tonen (b., Sitzgsber. 1916).

24. März u. 9. Juni. Dr. Ad. Ambrož: Cytologische Beiträge zur Morphologie und Aetiologie der sog. Involutions- und Degenerationsformen bei den Bakterien sowie ihre Verzweigung I. u. II. Teil (b., Sitzgsbr. 1916.

24. Juni. Dr. O. Srdínko: Histologie der menschlichen Sehnen (b., Sitzgsbr. 1916).

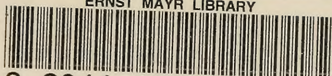
27. Oktober. Dr. J. Milbauer: Über die Wirkung des Schwefeldioxyds auf die Sulfide bei höheren Temperaturen (b., Sitzgsber. 1916).

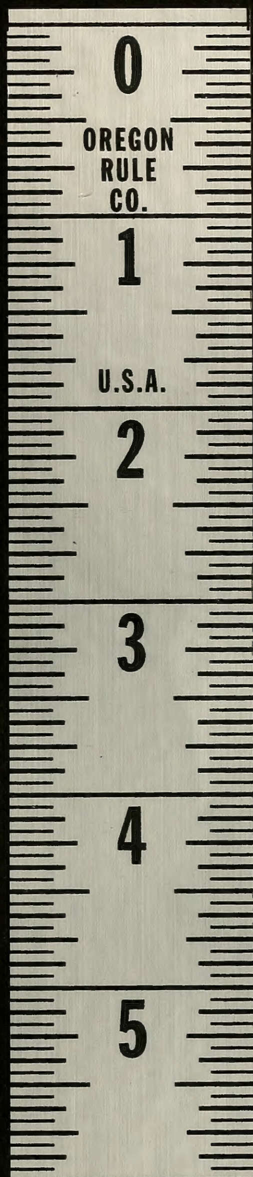
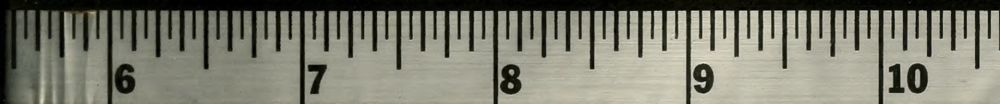
Ing. Fr. Rogel: Arithmetische Transformationen. II. Teil. (Sitzgsber. 1916.)

15. Dezember. Dr. V. Vojtěch: Über eine einfache Anordnung zum Photographieren bei elektrischer Beleuchtung (b., Čas. pro pěst. math. a fys., 46. Jahrg., 1917).

Dr. K. F. Studnička: Die Übereinstimmung und der Unterschied in der Struktur der Pflanzen u. der Tiere. (Sitzgsber 1917.)

INHALT.


ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 114 198 526



0
OREGON
RULE
CO.
1
U.S.A.
2
3
4
5

6
7
8
9
10